



Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

www.tno.nl

T 0346 356 211
F 0346 353 977
Info-DenV@tno.nl

TNO-rapport

TNO-DV 2007 A142

**Beslisbevoegdheden van de uitgestegen soldaat
Deel B: Verbetering van Situational Awareness
met behulp van de Soldier Digital Assistant in
een gesimuleerde omgeving**

Datum	april 2007
Auteur(s)	C. Verwijs R. de Bruin A.J. van Vliet
Rubricering rapport	Ongerubriceerd
Vastgesteld door	J.J. Admiraal
Vastgesteld d.d.	11-12-2006
Titel	Ongerubriceerd
Managementuittreksel	Ongerubriceerd
Samenvatting	Ongerubriceerd
Rapporttekst	Ongerubriceerd
Bijlagen	Ongerubriceerd
Exemplaarnummer	9
Oplage	19
Aantal pagina's	44 (incl. bijlagen, excl. RDP & distributielijst)
Aantal bijlagen	3

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht van het ministerie van Defensie werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Modelvoorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsopdrachten' (MVDT 1997) tussen de minister van Defensie en TNO indien deze op de opdracht van toepassing zijn verklaard dan wel de betreffende ter zake tussen partijen gesloten overeenkomst.

© 2007 TNO

20071029058

AQ F08-cr-0039

Beslisbevoegdheden van de uitgestegen soldaat Deel B: Verbetering van Situational Awareness met behulp van de Soldier Digital Assistant in een gesimuleerde omgeving

De rapportage van dit project bestaat uit twee delen. In deel B is in een gesimuleerde omgeving onderzocht of de Situational Awareness van uitgestegen eenheden verbeterd kan worden met behulp van de Soldier Digital Assistant.



Probleemstelling

In dit onderzoek wordt de recentelijk ontwikkelde CIM en, meer specifiek, de Soldier Digital Assisiant (SDA), gebruikt als prototypisch voorbeeld van een nieuwe generatie technologieën die de individuele soldaat in staat zou moeten stellen om een rijker en actueler informatiebeeld op te bouwen. Onderzocht is of de SDA de uitgestegen militairen in staat stelt om sneller geografische locaties te bereiken dan wanneer zij geen SDA beschikbaar hebben. Daarnaast is onder andere onderzocht of de SDA leidt tot een grotere situational awareness en meer ervaren effectiviteit. Omdat er op dit moment weinig CIM's beschikbaar zijn voor onderzoek en het praktisch gezien moeilijk is om operationele eenheden beschikbaar te krijgen voor een

veldexperiment, is de CIM in dit onderzoek middels een virtuele omgeving gesimuleerd. Het gebruik van dit type omgevingen komt aan het tweede doel van deze studie tegemoet; de ontwikkeling van een virtuele omgeving voor het uitvoeren van toekomstig onderzoek naar nieuwe technologieën en wijzen van optreden.

Beschrijving van de werkzaamheden

Voor het onderzoek is een scenario ontworpen in een commerciële game-omgeving. De omgeving bood een realistische, driedimensionale weergave van een fictief dorp in het Midden-Oosten. In het dorp hield een wapenhandelaar zich schuil, welke opgespoord moest worden door de deelnemers. De door de computer

bestuurde wapenhandelaar wist vier keer te ontvluchten naar een andere locatie in de stad. Een helikopter bracht de deelnemer daarop op de hoogte van de nieuwe positie van het doelwit.

50 militairen tot en met de functie van groepscommandant van 45PAINF participeerden uiteindelijk in het experiment. Hun taak bestond uit het doorlopen van een scenario in een virtuele omgeving. In de proefopstelling stonden twee computersystemen per deelnemer. Op de eerste computer werd de virtuele omgeving gepresenteerd, waarbij een tweede computer ofwel een simpele kaart toonde, dan wel een simulatie van de SDA aanbod. Hierop werden de eigen locatie en kijkrichting getoond en de laatst bekende positie van het doelwit. De deelnemers werden willekeurig over de condities verdeeld. Met behulp van tijdmetingen en vragenlijsten zijn de benodigde gegevens verzameld.

Resultaten en conclusies

De uitkomsten van het onderzoek bevestigden de gestelde hypothesen; deelnemers met een SDA waren sneller in het behalen van hun doelen, vonden

Beslisbevoegdheden van de uitgestegen soldaat Deel B: Verbetering van Situational Awareness met behulp van de Soldier Digital Assistant in een gesimuleerde omgeving

zichzelf beter navigeren en ervoeren meer situationele awareness dan deelnemers zonder de SDA. Het gebruik van de SDA werd daarnaast positiever beoordeeld dan een digitale kaart zonder indicatoren. De ervaren effectiviteit van de deelnemers in beide condities was gelijk, wat toegedicht wordt aan militaire vorming: een militair zal altijd proberen effectief zijn, gegeven de middelen die hij heeft. In de conditie zonder de SDA hebben de deelnemers naar hun mening alsnog effectief gepresteerd.

Toepasbaarheid

Op basis van dit onderzoek kan worden aanbevolen om uitgestegen eenheden uit te rusten met de SDA ten einde hen te ondersteunen bij het navigeren en vergroten van de situational awareness. De gebruikte onderzoeksmethode kan daarnaast als een nieuw onderzoeksinstrument worden gezien dat uitermate geschikt is voor het uitvoeren van experimenteel onderzoek.

Contact en rapportinformatie

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

T 0346 356 211
F 0346 353 977

Info-DenV@tno.nl

TNO-rapportnummer
TNO-DV 2007 A142

Opdrachtnummer
-

Datum
april 2007

Auteur(s)
C. Verwijs
R. de Bruin
A.J. van Vliet

Rubricering rapport
Ongerubriceerd

PROGRAMMA

Programmabegeleider
Lkol H.J. Wendrich, Bureau SMP

Programmaleider
dr. W.A. Lotens, TNO Defensie en
Veiligheid, locatie Soesterberg

Programmatitel
Soldaat Effectiviteit

Programmanummer
V205

Programmaplanning
Start 1-4-2003
Gereed 31-12-2006

Frequentie van overleg
Met de programma/projectbegeleider
werd 8 maal gesproken over de
invulling en de voortgang van het
onderzoek.

PROJECT

Projectbegeleider
Majmarns J.J. Admiraal, Bureau SMP

Projectleider
dr. A.J. van Vliet, TNO Defensie en
Veiligheid, locatie Soesterberg

Projecttitel
Beslisbevoegdheden en
verantwoordelijkheden van de
uitgestegen soldaat

Projectnummer
013.15328

Projectplanning
Start 1-1-2006
Gereed 31-12-2006

Projectteam
A.J. van Vliet
R. de Bruin
C. Verwijs

Samenvatting

Inleiding

Het project Beslisbevoegdheden en Verantwoordelijkheden van de uitgestegen soldaat bestaat uit twee delen. In dit tweede deel is een simulatieomgeving ontworpen om één van de aanbevelingen van het voorgaande deel te toetsen, te weten dat uitgestegen eenheden effectiever kunnen optreden wanneer zij, met recentelijk ontwikkelde technologische middelen, de beschikking over actuelere en rijkere informatie krijgen.

De aanleiding voor deze aanbeveling is dat binnen de krijgsmacht nieuwe ontwikkelingen als effect-based optreden, opdrachtgerichte commandovoering en Network Centric Operations (NCO) voor meer zelfstandigheid van lagere eenheden kunnen zorgen. Informatie- en communicatiemiddelen ondersteunen daarbij.

Het onderzoek

In dit onderzoek wordt de recentelijk ontwikkelde CIM, en meer specifiek, de Soldier Digital Assisant (SDA), gebruikt als prototypisch voorbeeld van een nieuwe generatie technologie die de individuele soldaat in staat stelt om een rijker en actueler informatiebeeld op te bouwen.

In deze studie zijn vijf hypothesen onderzocht. De eerste hypothese stelt dat deelnemers met een SDA hun doelen sneller bereiken dan deelnemers zonder een SDA. De tweede hypothese luidt dat deelnemers met een SDA zichzelf als meer effectief ervaren dan deelnemers zonder een SDA. Bij de derde hypothese is onderzocht of deelnemers met een SDA zichzelf beter vonden navigeren door onbekend terrein dan deelnemers zonder een SDA. De vierde hypothese luidde dat deelnemers met een SDA een hogere situational awareness zouden hebben dan deelnemers zonder een SDA. Tot slot werd verwacht dat deelnemers met een SDA hun hulpmiddel beter zouden beoordelen dan deelnemers met traditionele hulpmiddelen (een kaart zonder extra indicatoren).

Methoden

Het onderzoek vond plaats op de Generaal Spoor kazerne in Ermelo, waar uiteindelijk 50 militairen tot en met de functie van groepscommandant van 45PAINF participeerden in het experiment. Hun taak bestond uit het doorlopen van een scenario in een virtuele omgeving. De omgeving bood een realistische, driedimensionale weergave van een fictief dorp in het Midden-Oosten. In het dorp hield een wapenhandelaar zich schuil, welke opgespoord moest worden door de deelnemers. De door de computer bestuurde wapenhandelaar wist vier keer te ontvluchten naar een andere locatie in de stad. Een helikopter bracht de deelnemer daarop op de hoogte van de nieuwe positie van het doelwit.

In de proefopstelling konden twee deelnemers per keer plaatsnemen achter een van de twee computersystemen. Op de computer werd de virtuele omgeving gepresenteerd, waarbij een tweede computer ofwel een simpele kaart toonde, dan wel een simulatie van de SDA aanbood. Hierop werd de eigen locatie en kijkrichting getoond en de laatst bekende positie van het doelwit. De deelnemers werden willekeurig over de condities verdeeld.

Voordat het hoofdscenario werd gestart kregen de deelnemers een korte instructie, een mission briefing en een oefenscenario om te oefenen met de bediening. Tijdens het scenario werd de snelheid gemeten waarmee de deelnemers hun doel bereikten, werd gevraagd waar zij of hun doelwit zich bevonden op de kaart en hoe zeker ze van hun antwoord waren. Tot slot werd met een vragenlijst het eigen handelen geëvalueerd. Met behulp van een semi-gestructureerd interview werd de onderzoeksopzet besproken, met name de gebruikte virtuele omgeving.

Resultaten

De uitkomsten van het onderzoek bevestigen vier van de vijf hypothesen; deelnemers met een SDA waren sneller in het behalen van hun doelen, vonden zichzelf beter navigeren en ervoeren meer situationele awareness dan deelnemers zonder de SDA. Het gebruik van de SDA werd daarnaast positiever beoordeeld dan een digitale kaart zonder indicatoren. De ervaren effectiviteit van de deelnemers in beide condities was gelijk, wat toegedicht wordt aan militaire vorming: men zal altijd proberen effectief zijn, gegeven de middelen die men heeft. In de conditie zonder de SDA hebben de deelnemers naar hun mening alsnog effectief gepresteerd.

Conclusie en discussie

Soldaten die uitgerust waren met een gesimuleerde SDA bleken in een virtuele omgeving sneller doellocaties te bereiken, ervoeren hun eigen navigatie door onbekend terrein als meer effectief en ervoeren een hogere situational awareness dan soldaten die enkel een digitale kaart tot hun beschikking hadden.

De gebruikte virtuele omgeving is geëvalueerd door zowel de onderzoekers als de deelnemers. De omgeving biedt een aantal voordelen: besparing van kosten en tijd, eenvoudig in te zetten en beter controleerbaar dan veldonderzoek. Een nadeel is dat gespecialiseerde kennis vereist is om de omgeving op te zetten.

Aanbevelingen

Op basis van dit onderzoek kan worden aanbevolen om uitgestegen eenheden uit te rusten met de SDA ten einde hen te ondersteunen bij het navigeren en vergroten van de situational awareness. De gebruikte onderzoeksmethode kan daarnaast als een nieuw onderzoeksinstrument worden gezien dat uitermate geschikt is voor het uitvoeren van toekomstig experimenteel onderzoek.

Inhoudsopgave

	Managementuittreksel.....	2
	Samenvatting.....	4
	Afkortingen	8
1	Inleiding.....	9
1.1	Aanleiding	9
1.2	Nieuwe technologie en de invloed op het opereren van de uitgestegen eenheid	10
1.3	Virtuele omgevingen.....	11
1.4	Relevantie voor Defensie en verbanden met andere TNO projecten.....	12
1.5	Doelstellingen	12
2	De Communicatie en Informatiemodule (CIM).....	13
2.1	Elementen van de CIM	13
2.2	Invloed van de CIM op psychologische processen van de uitgestegen soldaat	15
2.3	Hypothesen	16
3	Methode.....	17
3.1	Deelnemers	17
3.2	Onderzoekopstelling.....	17
3.3	Procedure.....	18
3.4	Scenario in gesimuleerde omgeving.....	19
3.5	Vragenlijst	20
3.6	Semi-gestructureerde interviews	20
3.7	Analyseplan	20
4	Resultaten.....	22
4.1	Hypothese 1: Tijd om missie te voltooien	22
4.2	Hypothese 2: Ervaren effectiviteit.....	22
4.3	Hypothese 3: Ervaren navigatieve effectiviteit.....	23
4.4	Hypothese 4: Ervaren situational awareness.....	24
4.5	Hypothese 5: Evaluatie van de SDA door de deelnemers	24
5	Evaluatie van het gebruik van de virtuele omgeving	26
5.1	Semi-gestructureerde interviews met deelnemers.....	26
5.2	Evaluatie van gebruik door de onderzoekers	27
6	Conclusies en discussie.....	30
6.1	Conclusies	30
6.2	Samenvatting van de resultaten.....	30
6.3	Beperkingen van de studie	31
7	Aanbevelingen	34
8	Referenties.....	35
9	Ondertekening	37

Bijlage(n)

A Scenario briefing

B Vragenlijst

C Protocol

Afkortingen

BMS	Battlefield Management System
C2	Command and Control
CDA	Commander Digital Assistant
CIM	Communicatie en Informatiemodule
CMMI	Commander Man-Machine Interface
NCO	Network Centric Operations
NSS	Nederlands Soldaat Systeem
OGC	Opdracht-gerichte commandovoering
OTCMan	Opleidings & Trainings Centrum Grondgebonden Manoeuvres
OVG	Operatie in Verstedelijkt Gebied
SDA	Soldier Digital Assistant
SMMI	Soldier Man-Machine Interface
SMP	Soldier Modernisation Programme

1 Inleiding

Het project Beslisbevoegdheden en Verantwoordelijkheden van de uitgestegen soldaat bestaat uit twee delen. In het eerste deel (deel A, De Bruin, Van Bommel & Van Vliet, *in druk*) is een inventarisatie gemaakt van de huidige beslisbevoegdheden van uitgestegen eenheden op pelotons-, groeps- en individueel niveau en mogelijkheden om deze binnen de organisatie omlaag te verplaatsen om uitgestegen eenheden effectiever op te kunnen laten treden. In dit tweede deel (B) is een simulatieomgeving ontworpen om één van de aanbevelingen van het voorgaande deel te toetsen, te weten dat uitgestegen eenheden effectiever kunnen optreden wanneer zij, met recentelijk ontwikkelde technologische middelen, de beschikking over actuelere en rijkere informatie krijgen. In deze inleiding wordt stilgestaan bij de aanleiding van het gehele project. Hierbij wordt bewust een deel van de inleiding van deel A in verkorte vorm herhaald.

1.1 Aanleiding

De aanleiding voor het project Beslisbevoegdheden en Verantwoordelijkheden van de uitgestegen soldaat vindt haar oorsprong in het veranderende strijdtoneel. Met nieuwe wijzen van optreden en met andere middelen die daarbij gebruikt worden, ontstaat de noodzaak om de wijze van aansturing en informatievoorziening in operaties opnieuw te bekijken. Binnen het overkoepelende onderzoeksprogramma Soldaat Effectiviteit wordt daarbij in het bijzonder aandacht besteedt aan de uitgestegen groep. Ook op dit moment niveau spelen C2-processen immers een belangrijke rol.

1.1.1 Veranderingen binnen de krijgsmacht

Binnen de krijgsmacht vinden op dit moment grote veranderingen plaats. Een aantal veranderingen die relevant zijn voor het project Beslisbevoegdheden en Verantwoordelijkheden van de uitgestegen soldaat wordt hieronder besproken. In het eerste deel van dit onderzoek (De Bruin, Van Bommel & Van Vliet, 2006) worden deze veranderingen in meer detail uitgewerkt.

Een belangrijke ontwikkeling is de invoering van *opdrachtgerichte commandovoering* (OGC). Kenmerkend voor deze vorm van commandovoering is het denken in termen van doelstellingen, waarbij het sturen op het gewenste resultaat centraal staat. Daarbij wordt een werkwijze nagestreefd die met behoud van eenheid van inspanning een zo groot mogelijke vrijheid van handelen geeft aan commandanten (Koninklijke Landmacht, 2002). De voordelen hiervan zijn dat beslissingen meer afgestemd zijn op de situatie zoals die zich aan ondercommandanten voordoet, dat er meer betrokkenheid is bij de uitvoering van genomen beslissingen, dat er meer recht wordt gedaan aan de capaciteiten van de ondercommandanten en dat de communicatiekanalen niet verstopten (Olsthoorn & Vogelaar, 2002). Het gevolg is een 'edge-organization' (Alberts & Hayes, 2003) waarbij de militairen aan de rand van de organisatie in staat worden gesteld om actief op de uitdagingen van de omgeving in te spelen. Een tweede grote verandering is dat de moderne gevechtssoldaat steeds vaker te maken krijgt met operaties in verstedelijkt gebied (OVG) en met tegenstanders die gebruik maken van onconventionele middelen, waartegen hij op gepaste wijze moet optreden. Zijn optreden hierbij moet geweldbeheersend zijn (Van Vliet et al., 2005; De Bruin et al., *in druk*). Een gerelateerde verandering is dat vredesmissies steeds meer tot de kerntaken van de krijgsmacht zijn gaan horen (Defensienota, 2000, in: Olsthoorn

& Vogelaar, 2002). Ook hier moet de soldaat snel kunnen schakelen tussen geweldsniveau zonder teveel risico te lopen. Een laatste grote verandering volgt uit recentelijke technologische ontwikkelingen en het gebruik van nieuwe technologie om de organisatie op elk niveau te ondersteunen. De nieuwe doctrinaire visie van *Network Centric Operations* (NCO), leunt dan ook zwaar op de inzet van moderne technologie om de bestaande beperkingen in informatievoorziening, -verwerking en -distributie op te heffen. Hierbij wordt onder andere gebruik gemaakt van de Commandopost van de Toekomst, het Battlefield Management System (BMS) en de recentelijk ontwikkelde Communicatie en Informatiemodule (CIM) die uiteen valt in de Soldier Digital Assistant (SDA) en de Commander Digital Assistant (CDA).

1.1.2 *Vergroting van de beslisbevoegdheden van de uitgestegen soldaat*

De genoemde veranderingen vereisen dat de beslisbevoegdheden van uitgestegen eenheden op groeps- en pelotonsniveau breed genoeg zijn om alle relevante beslissingen te kunnen en moeten maken. In het eerste deel van dit onderzoek (De Bruin, Van Bommel & Van Vliet, *in druk*) zijn de beslisbevoegdheden op deze niveaus in kaart gebracht en is geconstateerd dat eenheden op groeps- en pelotonsniveau, zodra zij tijdens uitzendingen 'de poort uit gaan', alle relevante beslissingen mogen en moeten maken voor zover de Rules of Engagement dit toestaan. Deze regels schrijven voor onder welke omstandigheden en onder welke voorwaarden en op welk (gewelds)niveau en wijze geweld gebruikt mag worden, en de daarvan afgeleide geweldsinstructie.

Een belangrijke aanbeveling van het voorgaande onderzoek is dat eenheden in het bijzonder behoefte hebben aan een actueel en rijk informatiebeeld om goed geïnformeerde beslissingen te kunnen nemen. Met name recentelijk ontwikkelde technologie zoals de eerder genoemde CIM biedt hier mogelijkheden. Het doel van het huidige onderzoek is dan ook om te bestuderen wat de invloed van deze technologie is op het opereren van uitgestegen eenheden.

1.2 **Nieuwe technologie en de invloed op het opereren van de uitgestegen eenheid**

Nieuwe technologie biedt mogelijkheden om uitgestegen eenheden te voorzien van een rijker en actueler informatiebeeld. Hierbij kan gedacht worden aan de Commandopost van de Toekomst (Van Bommel, 2006; Te Brake & Rypkema, 2003), waarbij intensief gebruik gemaakt wordt van nieuwe technologie om de commandopost te voorzien van meer uitgebreide en meer gedetailleerde real-time informatie. Een ander voorbeeld is het Battlefield Management System (BMS), een strategisch informatiesysteem voor het niveau van het bataljon, het peloton en het voertuig dat informatie van alle niveaus combineert, bundelt en aanbiedt. Deze systemen ondersteunen C2-processen op allerlei niveaus, maar zijn minder relevant voor operationele pelotons, groepen of de individuele soldaat.

Recentelijk wordt door het Bureau SMP, TNO, Thales, OTCMan en het C2 Support Center gewerkt aan de CIM; de Communicatie en Informatiemodule. Deze module vormt het hart van het Nederlands Soldaat Systeem (NSS) en is gericht op het aanbieden van een rijk informatiebeeld aan de individuele soldaat en de eenheid waartoe deze behoort (Fleuren, 2006). Ondanks dat deze apparatuur technologisch gezien volwassen begint te worden, en in potentie een grote invloed kan hebben op het opereren van de uitgestegen eenheid en soldaat, is nog weinig onderzoek gedaan naar de invloed van dergelijke apparatuur op psychologische processen van de uitgestegen soldaat. Momenteel is ook nog weinig bekend over de mate waarin het functioneren van

de soldaat en de eenheid door deze apparatuur in operationele omstandigheden daadwerkelijk verbeterd wordt.

Het huidige onderzoek wil een begin maken om deze effecten in kaart te brengen met betrekking tot een aantal cognitieve processen, zoals navigatie, situational awareness en ervaren effectiviteit. Gekozen is om de CIM daarbij als een prototypisch voorbeeld van deze nieuwe technologie te gebruiken. Omdat weinig CIM's beschikbaar zijn voor onderzoek en het praktisch gezien moeilijk is om operationele eenheden beschikbaar te krijgen voor een veldexperiment, is de CIM in dit onderzoek middels een virtuele omgeving gesimuleerd. Het gebruik van deze omgevingen komt aan het tweede doel van deze studie tegemoet; de ontwikkeling van een virtuele omgeving voor het uitvoeren van toekomstig onderzoek naar nieuwe technologieën en wijzen van optreden.

1.3 Virtuele omgevingen

Virtuele omgevingen zijn gesimuleerde representaties van echte omgevingen of situaties. Deze kan men via een computer aan deelnemers aanbieden en kunnen gebruikt worden om een bepaalde handeling of een scenario te simuleren. Het voordeel van virtuele omgevingen is dat ze minder tijd en geld kosten om op te zetten dan veldexperimenten (De Greef et al., 2006; Lewis & Johnson, 2002) maar een betere ecologische validiteit hebben dan andere vormen van onderzoek, zoals casestudies, vignetstudies of vragenlijsten waarbij deelnemers zich situaties in moeten beelden.



Figuur 1 Voorbeeld van een virtuele omgeving.

Onderzoek naar de invloed van nieuwe technologie op het handelen van eenheden loopt vaak tegen verdere beperkingen op naast hoge kosten en weinig tijd. In de praktijk is het vaak moeilijk om operationele eenheden gedurende enkele dagen beschikbaar te krijgen en vaak zijn te weinig prototypen beschikbaar om een goede steekproef te krijgen. In het huidige onderzoek is gekozen om, bij wijze van pilot, gebruik te maken van een virtuele omgeving om de invloed van nieuwe technologie te onderzoeken. Gekozen is voor de bestaande 'Unreal' game engine (Epic, 2004) en een bestaande omgeving van een verlaten stad in het Midden-Oosten (Strike Force, Visionstudios.com, 2006). De 'Unreal' game engine is ontwikkeld voor spellen, maar kan eenvoudig aangepast en uitgebreid worden met software die standaard meegeleverd wordt. Een licentie voor niet-commercieel gebruik kost minder dan 50 euro.

De omgeving kan relatief eenvoudig worden uitgebreid met modules die nieuwe functionaliteit aan de omgeving toevoegen. In hoofdstuk 6 volgt een uitgebreide evaluatie van de omgeving.

1.4 Relevantie voor Defensie en verbanden met andere TNO projecten

Dit onderzoek is relevant voor alle niveaus binnen Defensie, met name omdat het aansluit bij recentelijke veranderingen in de Krijgsmacht. De ontwikkelingen verbinden het huidige project ook aan Defensiedoelstellingen, het programma Soldaat Effectiviteit en de andere Defensie projecten die door TNO worden uitgevoerd.

Defensiedoelstellingen

Het vermogen om als groep een groter gebied te controleren moet toenemen.

- Het substantieel verhogen van de effectiviteit van de gevechtssoldaat te voet door het ontwikkelen van een technologisch geavanceerd, modulaair opgebouwd, geïntegreerd soldaatsysteem.
- Het afstemmen van de beschikbare technologische mogelijkheden op de menselijke capaciteiten van de soldaat.

Soldaateffectiviteit programmadoelstellingen

- Het verschaffen van *situational awareness* aan de soldaat door integratie van alle informatie over zijn *area of interest* en de reductie van onzekerheden.
- Het formuleren van een KL concept voor de soldaat als systeem en de daaruit voortvloeiende functionele en operationele eisen te stellen aan de uitrusting van de soldaat van de 21^e eeuw.
- Het formuleren van een samenhangend geheel van technische eisen te stellen aan componenten van het soldaatsysteem aan de hand van te ontwikkelen 'advanced concepts' en 'technology demonstrators'.
- Het bepalen van de operationele meerwaarde van nieuwe componenten.

1.5 Doelstellingen

Het huidige onderzoek kent twee doelstellingen.

- 1 Het eerste doel van het onderzoek is om het effect van de Soldier Digital Assistant op cognitieve processen zoals navigatie, situational awareness en ervaren effectiviteit te toetsen. Verondersteld wordt dat deze nieuwe technologie de individuele soldaat van een rijker informatiebeeld voorziet. Hierbij moet opgemerkt worden dat dit onderzoek *niet* beschouwd moet worden als een test van de door Thales, TNO en Defensie ontwikkelde CIM, maar als een onderzoek naar de invloed van dergelijke ondersteunende technologieën, los van een specifieke implementatie ervan.
- 2 Het tweede doel van het onderzoek is om, bij wijze van pilot, de bovenstaande onderzoeksvraag te beantwoorden met een virtuele game-omgeving waarin militairen een navigatietask moeten uitvoeren. Dergelijke omgevingen kunnen ook voor toekomstig onderzoek gebruikt worden. De ervaringen van de deelnemers en onderzoekers met betrekking tot de gesimuleerde omgeving zijn in dit rapport verwerkt en kunnen toekomstige onderzoekers ondersteunen.

2 De Communicatie en Informatiemodule (CIM)

In dit onderzoek wordt de CIM gebruikt als prototypisch voorbeeld van een nieuwe generatie technologie die de individuele soldaat in staat stelt om een rijker en actueler informatiebeeld op te bouwen. De Communicatie en Informatiemodule (CIM)¹ is een instrument dat gebruikt kan worden voor commandovoering, controle en communicatie door uitgestegen soldaten op het niveau van het peloton en lager en momenteel door TNO, Thales, Bureau SMP, OTCMan en het C2 Support Center ontwikkeld wordt. De CIM is primair bedoeld om besluitvorming te versnellen en situational awareness te vergroten (Spaans, 2006), en bestaat uit een aantal elementen (zie ook Fleuren, 2006) die modulair gecombineerd kunnen worden (Thales, 2006).

2.1 Elementen van de CIM

2.1.1 Core Unit

De core unit wordt momenteel door Thales ontwikkeld en bevat de rekeneenheid van de CIM. De unit maakt gebruik van generieke interfaces (USB, Ethernet) en is daardoor eenvoudig uit te breiden. Windows CE wordt momenteel gebruikt als besturingsysteem. De core unit maakt gebruik van een losse GPS-module die gebruikt wordt voor plaatsbepaling op basis van civiele of militaire GPS.

2.1.2 Soldier Man-Machine Interface (SMMI)

De Soldier Man-Machine Interface (SMMI) is een draagbaar display dat men tegen het oog dient te houden om spreidingslicht te voorkomen, en dat naar keuze een Mission View (het plan van de commandant) of een Task View (actuele situatie) weer kan geven (zie figuur 5 verderop). De SMMI kan zowel overdag als 's nachts gebruikt worden. Elke soldaat kan uitgerust worden met een SMMI (zie figuur 2).



Figuur 2 De SMMI.

2.1.3 Commander Man-Machine Interface (CMMI)

Groepscommandanten en specialisten maken gebruik van de Commander Man-Machine Interface (CMMI). De CMMI heeft niet alleen een groter display, maar kan ook als invoervlak gebruikt worden om tactieken in te voeren of berichten te sturen naar leden van de eenheid of hogere echelons (zie figuur 3).

¹ De CIM is momenteel nog alleen beschikbaar als prototype.



Figuur 3 De CMML.

2.1.4 De groepsradio (EDEPRR)

De Enhanced Data Enabled PRR is een uitbreiding van de oorspronkelijke groepsradio (PRR) die onder andere gebruikt wordt door het Korps Mariniers en door Luchtmobiele Brigades. De EDEPRR wisselt naast spraak ook data uit dat op groepsniveau gecombineerd wordt en eenheden in staat stelt om onderling te communiceren.

2.1.5 De pelotonsradio (FM9000)

De pelotonsradio wordt gebruikt door de groepscommandant om contact met de pelotonscommandant te onderhouden.

2.1.6 Modulair systeem

De CIM is een modulair systeem en kan in twee vormen voorkomen. De SDA (Soldier Digital Assistant) bestaat uit de SMMI, de EDEPRR, de core unit en de GPS en is voor de individuele soldaat bedoeld. De groepscommandant krijgt een uitgebreide versie van de SDA, de CDA (Commander Digital Assistant), die naast de onderdelen van de SDA bestaat uit een de FM9000 pelotonsradio, een digitale camera en de CMML. Zie figuur 4 voor een voorbeeld van de CDA in de praktijk.



Figuur 4 Groepscommandant met CDA.

2.1.7 Integratie met BMS en ISIS

Momenteel wordt door het C2 Support Center gewerkt aan de ontwikkeling van een volledige C2-keten. ISIS is daarbij het overkoepelende systeem, waarbij het BMS wordt gebruikt voor mobiele eenheden en de CIM voor uitgestegen soldaten. De drie systemen kunnen in de toekomst onderling informatie uitwisselen.

2.2 Invloed van de CIM op psychologische processen van de uitgestegen soldaat

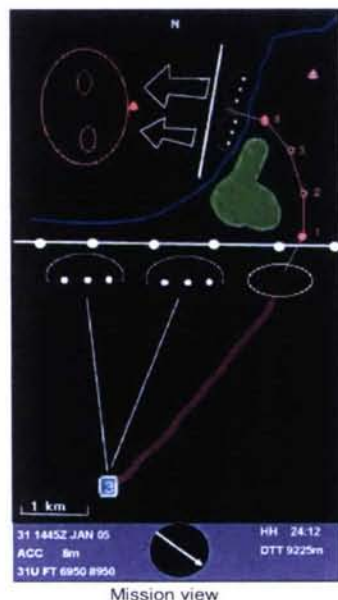
De CIM biedt groepscommandanten en soldaten een overzicht van het missiegebied, biedt 'blue force and red force tracking' door de locaties van vriendelijke en, indien bekend, vijandelijke eenheden te markeren en maakt opgestelde tactieken zichtbaar op het display. De kaart kan uit een schematische weergave, een satellietfoto, een stafkaart of luchtfoto's bestaan. De verwachting is dat de CIM eenheden helpt om situational awareness op te bouwen en effectiever te navigeren (Spaans, 2006).

2.2.1 Situational Awareness

Situational Awareness wordt binnen de KL gedefinieerd als:

- 1 de perceptie van de elementen in de omgeving in een bepaalde plaats op een bepaalde tijd;
- 2 begrip van de betekenis van deze elementen;
- 3 de projectie van hun status in de nabije toekomst' (Endsley, 1999, in: Rypkema et al., 2005).

Concreet betekent dit dat groepscommandanten en soldaten in een militaire context een relevant beeld van het gevechtveld hebben, gebaseerd op precieze en vrijwel real-time informatie over het terrein en de locatie van de eigen troepen. SA geeft het begrip van de toestand aan van het gedeelte van het gevechtveld dat van invloed is op het eigen optreden.



Figuur 5 Missionview op de CIM.

Een aantal studies heeft de invloed van technologie vergelijkbaar met de CIM op het situationeel bewustzijn van uitgestegen soldaten bestudeerd. Adams, Tack & Thomson (2005) hebben twee pelotons wisselend uitgerust met, onder andere, een digitale kaart

of een papieren kaart. De deelnemers vonden dat de digitale kaarten een verbeterde situational awareness opleverde boven een papieren kaart. In dit onderzoek werden groepsradio's echter nog belangrijker gevonden door de deelnemers. Deze werden dan ook vooral ingezet tijdens de missie, terwijl de digitale kaart met name een sterk positief effect had tijdens de pre-briefing. Deelnemers gebruikten de digitale kaarten in dit geval om een beeld van het missiegebied op te bouwen, bijvoorbeeld door markante punten te isoleren. Diverse technische problemen met de digitale kaarten hebben de resultaten van deze studie mogelijk gedrukt, waardoor verder onderzoek gewenst is (Adams, et al., 2005).

2.2.2 *Navigatie*

Navigatie is in het kader van dit onderzoek het cognitieve proces waarbij men een route zoekt die de beste verbinding oplevert tussen twee punten. Diverse studies hebben naar de invloed van tweedimensionale digitale kaarten op de coördinatie van uitgestegen eenheden gekeken (Tack & Colbert, 2005; Thorndyke & Hayes-Roth, 1982). Hierbij is echter enkel gekeken naar het effect van digitale 2D en 3D kaarten om voorafgaand aan missies een cognitieve kaart op te bouwen op basis waarvan men kon navigeren tijdens de missie. De onderzoekers hebben geen studies kunnen vinden naar de invloed van een digitale kaart, bijvoorbeeld via een CIM, op navigatie.

2.2.3 *Snelheid*

Het is de verwachting dat een CIM of vergelijkbare technologie eenheden in staat stelt om sneller haar doelen te bereiken. Men heeft immers een beter overzicht over de situatie, kan de eigen positie en die van de vijand beter vaststellen en kan efficiënter door de omgeving navigeren.

2.2.4 *Ervaren effectiviteit*

Ervaren effectiviteit is een oordeel over het eigen functioneren gegeven de middelen die men tot zijn of haar beschikking had en de missie die men moest volbrengen. De verwachting is dat eenheden met een CIM of vergelijkbare technologie een hogere effectiviteit ervaren.

2.3 **Hypothesen**

Op basis van het voorgaande is gekozen om een gesimuleerde SDA te gebruiken om de invloed van een rijker en actueler informatiebeeld op het optreden van militaire eenheden te bestuderen. Vier hypothesen zijn geformuleerd met betrekking tot vier gebieden waar verbetering verwacht wordt als gevolg van het gebruik van een SDA.

- H1** Deelnemers met een SDA bereiken sneller hun doel dan deelnemers zonder een SDA.
- H2** Deelnemers met een SDA ervaren zichzelf (in de context van de missie) als meer effectief dan deelnemers zonder een SDA.
- H3** Deelnemers met een SDA ervaren hun eigen navigatie door onbekend terrein als meer effectief dan deelnemers zonder een SDA.
- H4** Deelnemers met een SDA hebben een hogere situational awareness dan deelnemers zonder een SDA.
- H5** Deelnemers met een SDA geven een hogere evaluatie van dit hulpmiddel dan deelnemers die alleen een digitale kaart tot hun beschikking hebben.

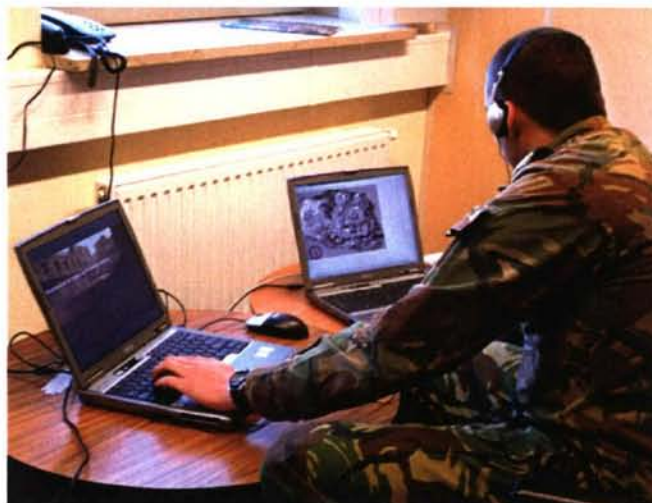
3 Methode

3.1 Deelnemers

Aan het onderzoek is deelgenomen door twee niet-organieke pelotons van het 45^e pantserinfanteriebataljon (45PAINFBAT) van de Generaal Spoor kazerne in Ermelo. De steekproef bestond uit 50 deelnemers, waaronder 49 mannen en één vrouw. De gemiddelde leeftijd van de deelnemers was 22 (\pm 5) jaar, met een gemiddelde dienstdienst van 38 (\pm 50) maanden en een functie variërend van schutter tot groepscommandant. De gemiddelde rang was soldaat 2^e klas.

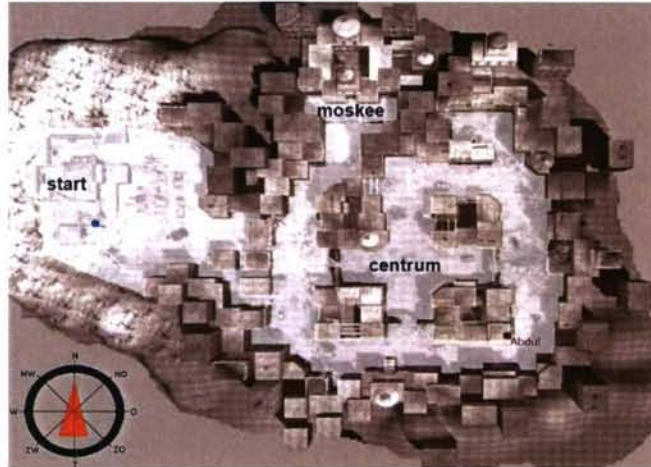
3.2 Onderzoeksofstelling

Het onderzoek werd uitgevoerd in een grote afgeschermd ruimte op de Generaal Spoor kazerne die voor de gelegenheid was ingericht voor het onderzoek. In de ruimte waren twee opstellingen voor het onderzoek gemaakt, elk bestaande uit twee laptops op een tafel en een stoel. De twee opstellingen waren zo geplaatst dat deelnemers met de rug naar elkaar zaten en alleen op de eigen computerschermen konden kijken. De twee laptops per opstelling werden respectievelijk gebruikt voor de weergave van de driedimensionale, virtuele omgeving en voor de software die de SDA of een digitale kaart nabootste (zie figuur 6 en 7). Het verschil tussen de condities was dat in de conditie met de SDA op de digitale kaart de eigen positie, de kijkrichting en de positie van het doel geprojecteerd werden, terwijl men in de andere conditie alleen de digitale kaart kon gebruiken. Om de groep per conditie zo willekeurig mogelijk te maken werden condities gecounterbalanced door één van de twee opstellingen altijd te gebruiken voor de conditie met de SDA, terwijl de andere opstelling altijd alleen een digitale kaart aanbood. Deelnemers werden willekeurig verdeeld over de opstellingen. De experimentersessies duurden circa 30 minuten.



Figuur 6 Eén van de twee onderzoeksofstellingen.

De virtuele omgeving en het programma dat de SDA of de digitale kaart simuleerde (zie figuur 7) werden beiden op volledig scherm gedraaid en konden met de muis en toetsenbord bediend worden. Omdat de virtuele omgeving zowel visuele als auditieve informatie aanbood, en om afleidingen van buiten te verminderen waren beide opstellingen voorzien van een koptelefoon.



Figuur 7 Simulatie van de SDA met indicatoren.

3.3 Procedure

Gedurende de twee dagen van het onderzoek werden elk half uur twee deelnemers in de onderzoeksruijnte ontvangen. De procedure die elk half uur werd doorlopen is opgenomen in tabel 1.

Tabel 1 Onderzoeksprocedure.

#	Deel	Duratie
1	Introductie door proefleider	2 minuten
2	Deelnemersverklaring en briefing	5 minuten
3	Oefenscenario	2 minuten
4	Hoofdscenario & SDA koppelen	10 minuten
5	Vragenlijst	5 minuten
6	Individueel interview	5 minuten
7	Onderzoeksbrief & bedankje	1 minuut
	Totaal	30 minuten

Een uitgebreide versie van het protocol is opgenomen in bijlage C. Tijdens de eerste stap werden deelnemers verwelkomd door de proefleiders en kregen willekeurig een plaats aangeboden achter één van de twee onderzoeksofstellingen. Eén van de proefleiders bedankte de twee deelnemers voor hun aanwezigheid, introduceerde zichzelf en zijn collega en legde kort uit dat de deelnemers deel gingen nemen aan een scenario in een gesimuleerde omgeving. Benadrukt werd dat de deelnemers tijdens het onderzoek niet met elkaar mochten communiceren, en dat deelnemers de instructies van de proefleiders moesten volgen. Na deze instructie werd de deelnemers gevraagd om een deelnemersverklaring te tekenen en de briefing die op de eigen tafel lag aandachtig te lezen. Bij de derde stap werden door de proefleiders eventuele vragen van de deelnemers beantwoord en werden instructies gegeven voor de besturing van het eigen personage in de virtuele omgeving. Na deze instructies werden de deelnemers verzocht om de koptelefoons op te

zetten en twee minuten in een oefenscenario te oefenen met de bediening. De SDA op de tweede laptop was gedurende dit scenario nog niet actief. Na twee minuten begon automatisch het hoofdsenario. De SDA op de tweede laptop werd door één van de onderzoekers met een muisklik aan de virtuele omgeving gekoppeld en deelnemers werden individueel geïnstrueerd over het gebruik van de SDA. De deelnemers voerden vervolgens het hoofdsenario uit. Na afronding kregen de deelnemers een vragenlijst en werden enkele vragen gesteld over het gebruik van de virtuele omgeving (zie 'interview' verderop). Tenslotte werd de sessie formeel afgesloten door de proefleiders en ontvingen de deelnemers een informatiebrief over het onderzoek en een bedankje.

3.4 Scenario in gesimuleerde omgeving

In het hoofdsenario moest de deelnemer een gevaarlijke wapenhandelaar opsporen in een verlaten buitenwijk van een fictieve stad in het Midden-Oosten. De briefing van het scenario werd vooraf gegeven en is opgenomen in bijlage A. Tijdens het scenario wisselde de wapenhandelaar vijf keer van positie, telkens als de deelnemer vlakbij was. De verandering van positie werd ondersteund door een radiobericht van een fictieve opsroom waarin de deelnemer werd geïnformeerd over de nieuwe positie van de wapenhandelaar en werd verzocht zich hier zo snel mogelijk naar toe te begeven. Deze veranderingen van positie en de daarop volgende radioberichten waren voorgeprogrammeerd en waren dus voor alle deelnemers gelijk. Bij beide condities was de SDA of de digitale kaart alleen zichtbaar als men stilstond omdat het niet realistisch is om te lopen terwijl men een SDA tegen het oog houdt of een kaart in handen heeft.



Figuur 8 Screenshot uit gesimuleerde omgeving.

Enkele seconden na elk radiobericht werd het scenario door de proefleiders gepauzeerd en werd de deelnemer door de computer gevraagd om op de tweede laptop (met de SDA of de digitale kaart) een vraag te beantwoorden. Om en om werd gevraagd om de locatie van de wapenhandelaar of de eigen locatie op de digitale kaart of de SDA aan te klikken. Eventuele indicatoren van de eigen locatie of die van de wapenhandelaar waren daarbij tijdelijk niet te zien. Aansluitend werd de deelnemer gevraagd om de zekerheid van het antwoord aan te geven van 1 (zeer onzeker) tot 6 (zeer zeker). Daarna werd het scenario hervat. In totaal is twee keer naar de eigen locatie gevraagd, en drie keer naar de locatie van de wapenhandelaar.

Drie variabelen zijn gemeten tijdens het hoofdsenario. Ten eerste zijn de antwoorden op de bovenstaande vragen geregistreerd. Bij elk antwoord is tevens de reactiesnelheid bij het geven van de antwoorden in milliseconden geregistreerd. Tenslotte is de snelheid

waarmee een deelnemer zich van de ene naar de andere positie van de wapenhandelaar wist te begeven geregistreerd in milliseconden. Deze snelheid werd beïnvloed door de route die de deelnemers kozen. De omgeving voorzag in verschillende mogelijke routes, waarbij deelnemers ook verkeerd konden 'lopen'.

3.5 Vragenlijst

Na afronding van het hoofdscenario werd door de deelnemers een vragenlijst ingevuld. De vragenlijst bestond uit drie delen. In het eerste deel werd naar persoonskenmerken gevraagd, waaronder functie, leeftijd, rang en diensttijd. Om te kunnen controleren voor ervaring met computergames werd tenslotte gevraagd naar ervaring met games en een aantal specifieke titels en genres die men speelt.

Het tweede deel van de vragenlijst stelde de eigen effectiviteit vast op basis van veertien items verdeeld over drie subschalen; ervaren effectiviteit, situational awareness, en ervaren navigatieve effectiviteit. Ervaren effectiviteit bestond uit vier items en werd gemeten met items als 'ik denk dat ik de opdracht goed uitgevoerd heb' of 'ik heb niet gepresteerd zoals ik had verwacht'. Situational awareness bestond uit zes items en werd gemeten met items als 'ik wist steeds goed waar ik was' en 'ik had een goed overzicht over de situatie'. Ervaren navigatieve effectiviteit bestond uit vier items en werd gemeten met items als 'ik liep vaak goed' of 'ik vond het moeilijk om de juiste route te vinden'. De antwoorden werden gegeven op een zevenpunt Likert-schaal die van 1 (helemaal oneens) tot 7 (helemaal mee eens) ging. De schalen werden met een hoge betrouwbaarheid gemeten (de Cronbach's alpha voor de drie schalen schaal was respectievelijk $\alpha = 0,85$, $\alpha = 0,84$ en $\alpha = 0,93$).

Het derde deel van de vragenlijst bestond uit zes items waarmee deelnemers het gebruik van de SDA konden evalueren. Items waren, onder andere, 'ik vond de SDA handig' en 'zonder de SDA had ik het even goed gedaan'. Cronbach's alpha van deze schaal was gemiddeld ($\alpha = 0,68$).

De complete vragenlijst is opgenomen in bijlage B.

3.6 Semi-gestructureerde interviews

Na elke sessie werd bij elke deelnemer individueel een semi-gestructureerd interview afgenomen. Het interview was bedoeld om vast te stellen hoe deelnemers de omgeving hadden ervaren, wat ze van dit type onderzoek vonden en of zij de virtuele omgeving een realistische weergave vonden van de operationele praktijk. Tenslotte werd gevraagd wat de deelnemers toe zouden willen voegen om het realistischer te maken.

3.7 Analyseplan

Alvorens over te gaan tot de daadwerkelijke analyse van de resultaten zijn deze eerst zorgvuldig gescreend op abnormaliteiten. Ten eerste bleek dat bij 12 deelnemers door een fout geen koppeling mogelijk was tussen de resultaten die geregistreerd zijn tijdens het uitvoeren van het scenario en de antwoorden op de vragenlijst. Om dit probleem op te lossen zijn de analyses met betrekking tot de vier variabelen die tijdens het scenario zijn geregistreerd uitgevoerd op de volledige set van 50 deelnemers, terwijl de analyses met betrekking tot de vragenlijsten zijn uitgevoerd met een gereduceerde set van 38 deelnemers.

Verder is gekeken naar de verdeling van de diverse variabelen. Bij geen van de variabelen was sprake van extreme kurtosis (> 3) of scheefheid (> 2), aan de voorwaarde van normale verdeling voor de analyses is voldaan. Wel is één uitbijter verwijderd (deelnemer 4). Deze deelnemer had bijna anderhalf keer zoveel tijd nodig om het scenario te voltooien dan de deelnemer die qua tijd voor hem kwam. Tenslotte is een factoranalyse met varimax rotatie uitgevoerd op de items uit de vragenlijst om te bepalen of het onderscheid in drie subschalen zinvol was. Dit bleek niet het geval te zijn. De drie subschalen correleerden zo sterk ($r > 0,80$) dat de resultaten beter te beschrijven waren met 2 componenten. De schalen voor ervaren effectiviteit en navigatieve effectiviteit konden beter samen gaan in één schaal, terwijl het situational awareness als losse schaal gehanteerd kan blijven. Ondanks deze statistische gronden is besloten om de schalen in dit onderzoek wel los te analyseren, omdat verondersteld wordt dat de schalen inhoudelijk anders zijn en specifieke hypothesen waren geformuleerd op basis van deze schalen. Het is echter zinvol om deze schalen in verder onderzoek te combineren.

De stappen werden herhaald voor de items die zijn gebruikt om deelnemers een evaluatie te laten geven over de SDA. De betrouwbaarheid van deze schaal (zie ook paragraaf 3.5) was niet bijzonder hoog. Een factoranalyse met varimax rotatie liet zien dat twee items duidelijk tot een andere schaal hoorden. Dit betrof de items 'De SDA verbeterde mijn effectiviteit niet' en 'Zonder de SDA had ik het even goed gedaan'.

Dit is waarschijnlijk het gevolg van het gegeven dat militairen zichzelf, door hun drills en skills altijd overwegend effectief vinden. Het verwijderen van de items uit de schaal verhoogde Cronbach's Alpha van 0,68 naar 0,87. Deze gereduceerde schaal is bij de analyses gebruikt.

De tweede stap bestond uit het controleren van de covariaten leeftijd, ervaring met tactische operaties geoperationaliseerd door dienstdaag en ervaring met computerspellen. Om te bepalen welke covariaten meegenomen moesten, werd in de analyse gekeken naar significante hoofdeffecten van de covariaten op de afhankelijke variabelen. Geen van de covariaten bleek een significant effect te hebben, waardoor het niet zinvol was om deze covariaten op te nemen in de hoofdanalyses. Tevens bleek dat de drie variabelen niet significant verschilden tussen de groepen (leeftijd: $F(1, 36) = 3,32$, $p = 0,08$, dienstdaag: $F(1, 35) = 3,86$, $p = 0,06$, spelervaring: $F(1,34) = 0,78$, $p = 0,38$). Dit wijst er op dat de groepen gelijk opgebouwd waren, waardoor eventuele verschillen in metingen met meer zekerheid aan de manipulatie (wel of geen SDA) te wijten zijn.

Na de analyses ontstond het vermoeden dat spelervaring mogelijk vooral van invloed is wanneer deelnemers beschikten over de CIM. Een posthoc-analyse naar de mogelijkheid dat spelervaring een interactie kende met de conditie leverde geen significante resultaten op.

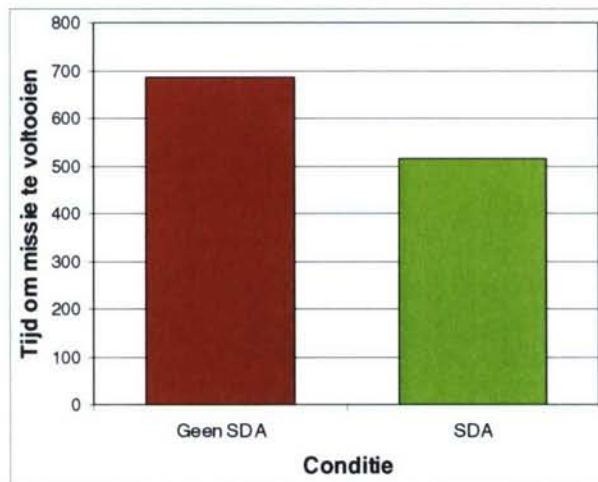
Door het wegvallen van de covariaten kon worden volstaan met één-weg ANOVA's om de verschillen tussen de twee condities te bepalen voor de vier afhankelijke variabelen.

4 Resultaten

Met behulp van de beschreven methoden zijn vijf hypothesen getoetst. De resultaten worden hieronder bespreken.

4.1 Hypothese 1: Tijd om missie te voltooien

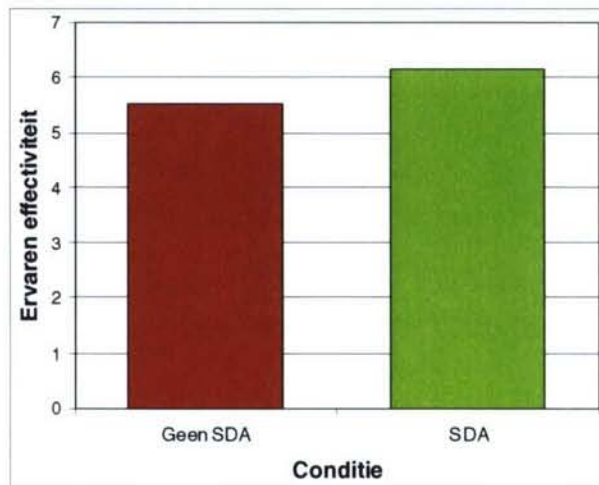
De eerste hypothese luidde dat deelnemers met een SDA sneller een missie volbrengen dan deelnemers zonder een SDA. Deze hypothese is getoetst door de vijf snelheidsmetingen per sessie te aggregeren tot een somtotaal en middels een ANOVA vast te stellen of sprake was van een significant verschil tussen de twee condities. De conditie bleek een significant effect te hebben op de snelheid ($F(1, 47) = 7,518, p < 0,05$), waarbij deelnemers met een SDA sneller waren ($M = 513$ sec, $SD = 143$) dan deelnemers zonder een SDA ($M = 684$ sec, $SD = 268$). De nulhypothese wordt daarom verworpen ten gunste van de alternatieve hypothese. Het bovenstaande is in figuur 9 schematisch weergegeven.



Figuur 9 Snelheid van deelnemers per conditie.

4.2 Hypothese 2: Ervaren effectiviteit

De tweede hypothese was dat deelnemers met een SDA zichzelf als meer effectief ervaren dan deelnemers zonder een SDA. Deze hypothese is getoetst door een ANOVA uit te voeren op basis van de 'ervaren effectiviteit' schaal uit de vragenlijst en te bepalen of sprake was van een significant verschil tussen de twee condities. Ondanks dat de richting van de resultaten aansloot bij de verwachtingen, was het gevonden verschil niet significant ($F(1, 36) = 2,44, p = 0,13$). Deelnemers in de conditie met de SDA vonden zichzelf niet meer effectief ($M = 5,53, SD = 1,66$) dan deelnemers in de conditie zonder de SDA ($M = 6,15, SD = 0,45$). De nulhypothese werd niet verworpen. Het bovenstaande is in figuur 10 schematisch weergegeven.

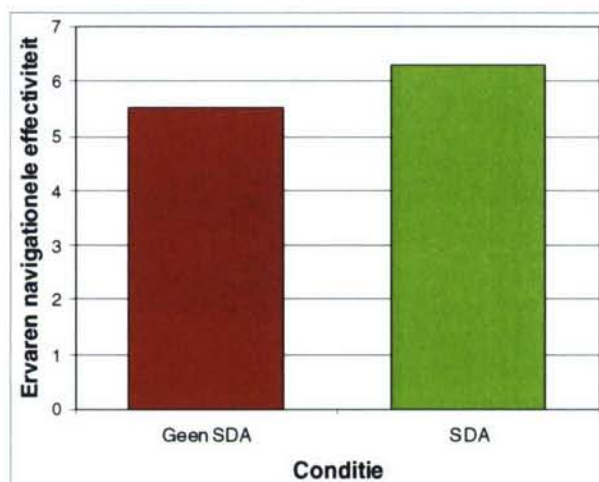


Figuur 10 Ervaren effectiviteit van deelnemers per conditie.

4.3 Hypothese 3: Ervaren navigatieve effectiviteit

De derde hypothese was dat deelnemers met een SDA effectiever zouden navigeren door onbekend terrein dan deelnemers zonder een SDA. Deze hypothese is getoetst door een ANOVA uit te voeren op basis van de 'ervaren navigatieve effectiviteit' schaal uit de vragenlijst en te bepalen of sprake was van een significant verschil tussen de twee condities. Dit bleek het geval te zijn ($F(1, 36) = 5,52, p = 0,02$). Deelnemers in de conditie met de SDA vonden dat ze meer effectief navigeerden ($M = 5,30, SD = 1,72$) dan deelnemers in de conditie zonder de SDA ($M = 6,29, SD = 0,12$).

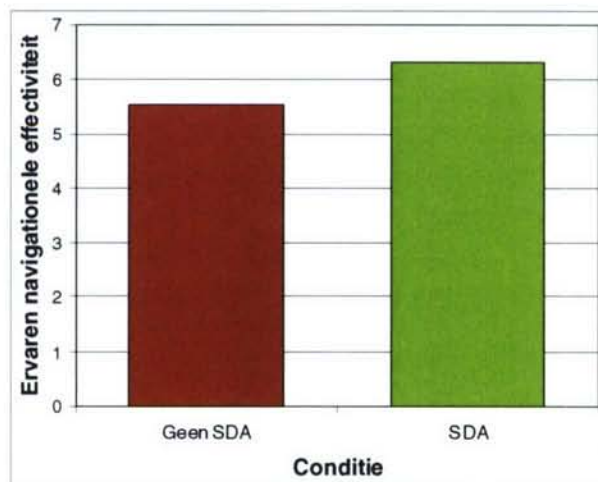
De nulhypothese werd daarom verworpen ten gunste van de alternatieve hypothese. Het bovenstaande is in figuur 11 schematisch weergegeven.



Figuur 11 Navigatieve effectiviteit van deelnemers per conditie.

4.4 Hypothese 4: Ervaren situational awareness

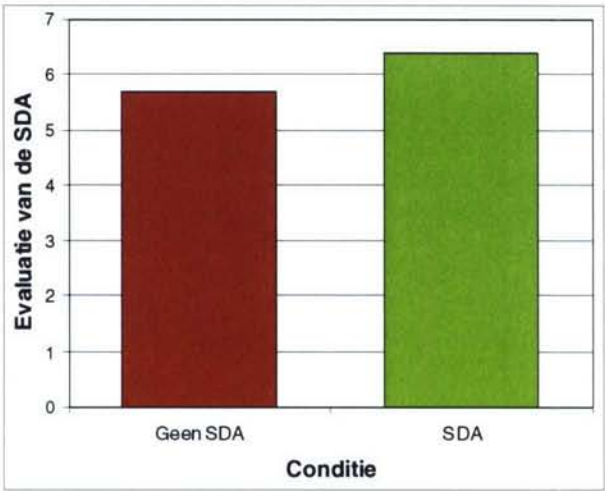
De vierde hypothese was dat deelnemers met een SDA zich meer bewust zouden zijn van de situatie dan deelnemers zonder een SDA. Deze hypothese is getoetst door een ANOVA uit te voeren op basis van de schaal voor situational awareness uit de vragenlijst, en te bepalen of sprake was van een significant verschil tussen de twee condities. Dit bleek het geval te zijn ($F(1, 36) = 5,13, p = 0,03$). Deelnemers in de conditie met de SDA waren zich meer bewust van hun situatie, locatie en omgeving ($M = 6,32, SD = 0,40$) dan deelnemers in de conditie zonder de SDA ($M = 5,55, SD = 1,39$). De nulhypothese werd daarom verworpen ten gunste van de alternatieve hypothese. Het bovenstaande is in figuur 12 schematisch weergegeven.



Figuur 12 Ervaren navigatieve effectiviteit van deelnemers per conditie.

4.5 Hypothese 5: Evaluatie van de SDA door de deelnemers

De vijfde hypothese was dat deelnemers de SDA beter zouden waarderen dan de digitale kaart. Na elke sessie is deelnemers via een vragenlijst gevraagd om een evaluatie te geven van de SDA of de digitale kaart. Deelnemers waardeerden de SDA gemiddeld met een 6,02 ($SD = 1,01$). Deelnemers die het scenario met een simulatie van de SDA hadden uitgevoerd waren significant positiever ($M = 6,40, SD = 0,66$) dan deelnemers met alleen een digitale kaart ($M = 5,68, SD = 1,19$) ($F(1, 36) = 5,02, p = 0,03$). Zie ook figuur 13. De nulhypothese van de vijfde hypothese kon daarom verworpen worden ten gunste van de alternatieve hypothese. Deze resultaten geven aan dat deelnemers positief waren over het gebruik van een SDA, zelfs als deze alleen een digitale kaart aanbiedt. Duidelijk is dat de evaluatie zeer positief wordt indien deze SDA ook informatie aanbiedt over locaties van vriendelijke en vijandelijke eenheden.



Figuur 13 Evaluatie van de SDA door deelnemers per conditie.

5 Evaluatie van het gebruik van de virtuele omgeving

Het tweede doel van dit onderzoek was om te verkennen in hoeverre virtuele omgevingen bruikbaar zijn voor het beantwoorden van het soort wetenschappelijke vragen dat in dit onderzoek gesteld is. Specifiek wordt daarbij gekeken naar het gebruik van commerciële games. Dergelijke omgevingen zijn tot op heden vrijwel uitsluitend gebruikt voor training en onderwijs, maar slechts zeer sporadisch voor wetenschappelijk onderzoek (De Greef et al. 2006). In dit deel van het rapport wordt stilgestaan bij het nut van virtuele omgevingen voor wetenschappelijk onderzoek. Om dit te onderbouwen is gedurende het onderzoek bij elke deelnemer een semi-gestructureerd interview afgenomen. Daarnaast zijn de ervaringen die de onderzoekers gedurende het traject hebben opgedaan in dit deel van het rapport gebundeld.

5.1 Semi-gestructureerde interviews met deelnemers

De resultaten van de interviews zetten een zeer positief beeld neer van de omgeving. De meeste deelnemers vonden het een leuke manier om mee te doen aan wetenschappelijk onderzoek. Duidelijk was dat jongere deelnemers die ervaring hadden met computers en computerspellen veel positiever waren dan de oudere deelnemers of deelnemers zonder ervaring met computers en/of computerspellen. Vrijwel alle deelnemers vonden de omgeving niet alleen leuk, maar ook redelijk realistisch. Dit was met name te danken aan het geluid van dorpsbevolking, de visuele presentatie van de omgeving en de wijze waarop de briefing was geïntegreerd met het scenario.

Deelnemers gaven diverse suggesties om de omgeving realistischer te maken. Ten eerste misten de deelnemers een realistische dreiging, waardoor ze al snel merkten dat het niet nodig was om tactisch te bewegen en 'blind' op het doel af gingen lopen. Deelnemers met de SDA bleken minder aandacht te hebben voor markante punten, wat mogelijk juist een gevaar is voor situational awareness. Het toevoegen van burgers, verkeer, vijanden en onverwachte gebeurtenissen werd door deelnemers voorgesteld om het realisme te verhogen. Een andere suggestie was de toevoeging van gewicht en vermoeidheid. Omdat dit nu niet gesimuleerd was konden veel deelnemers constant 'als rambo's rondrennen'. Een derde suggestie was de toevoeging van tactiek, bijvoorbeeld door met groepsgenoten samen te werken in een virtuele omgeving. Het solitaire karakter van het scenario werd door diverse deelnemers als onrealistisch aangemerkt. Tenslotte werd het ontbreken van wapens door enkele deelnemers als onrealistisch ervaren.

De deelnemers waren overwegend positief over het gebruik van dergelijke omgevingen om operationele omstandigheden na te bootsen en daar onderzoek mee te doen. Enkele deelnemers vonden wel dat dergelijke virtuele omgevingen voornamelijk zinvol zijn voor onderzoek naar oriëntatie, kaartlezen, en andere cognitieve taken, maar niet realistisch genoeg zijn om meer complexe onderzoeken uit te voeren, bijvoorbeeld met complete eenheden. Eén van de aanwezige commandanten vond de omgeving niet geschikt voor het oefenen met skills en drills, maar zag wel mogelijkheden om manschappen te oefenen in situational awareness en kaartlezen.

Deze uitspraken verantwoorden het gebruik van deze virtuele omgeving, omdat de ecologische validiteit in belangrijke mate bevestigd wordt.

5.2 Evaluatie van gebruik door de onderzoekers

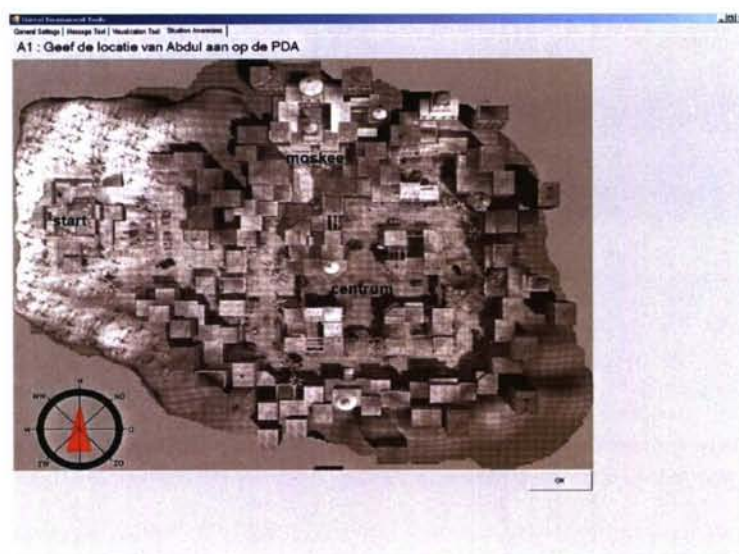
De onderzoekers hebben gedurende het onderzoek hun ervaringen met de omgeving vastgelegd. Hieronder worden de geïdentificeerde voor- en nadelen samengevat.

5.2.1 Voordelen

5.2.1.1 Besparing van kosten en tijd

De virtuele omgeving die in dit onderzoek is gebruikt was, ondanks een initiële leercurve, binnen circa drie weken klaar voor gebruik. Met name door het gebruik van bestaande middelen kon veel tijd en geld bespaard worden. Zo is de omgeving ontwikkeld in de bestaande 'Unreal' game engine (Epic, 2004) en een bestaande omgeving van een stad in het Midden-Oosten (Strike Force, Visionstudios.com, 2006). Deze Unreal engine is ontwikkeld voor spellen, maar kan eenvoudig aangepast en uitgebreid worden met software die standaard meegeleverd wordt. Een licentie voor niet-commercieel gebruik kost rond de 50 euro. De omgeving kan relatief eenvoudig worden uitgebreid met modules die nieuwe functionaliteit aan de omgeving toevoegen. Laird (2002) en Kaminka et al. (2002) gebruiken de omgeving bijvoorbeeld om ontwikkelde Kunstmatige Intelligenties te testen, terwijl Jacobson & Hwang (2002) bezig zijn met de ontwikkeling van een panoramische bioscoop voor wetenschappelijke doeleinden. In diverse studies zijn andere omgevingen gebruikt, bijvoorbeeld de Quake engine (Bylund & Espinoza, 2002 en Piekarski & Thomas, 2002).

Binnen TNO wordt op diverse wijzen gebruik gemaakt van de Unreal engine. De Greef et al. (2006) ontwikkelden een omgeving waarin het gebruik van decision-support tools bij crisissituaties kon worden geëvalueerd. Al deze voorbeelden demonstreren de flexibiliteit van virtuele omgevingen. In deze studie is verder tijd bespaard door gebruik te maken van UTTools, gespecialiseerde software die door De Greef et al. (*ibid.*) ontwikkeld is voor hun onderzoek. Deze software kon met minimale aanpassing gekoppeld worden met de virtuele omgeving en werd enerzijds gebruikt om de SDA of de digitale kaart te simuleren en werd anderzijds gebruikt om diverse variabelen, zoals snelheid, reactietijd en antwoorden op diverse vragen te registreren (zie figuur 14).



Figuur 14 Voorbeeld van UTTools.

5.2.1.2 *Eenvoudig in te zetten*

Onderzoeken met virtuele omgevingen kunnen in veel gevallen eenvoudiger uitgevoerd en ingezet worden dan studies die op diverse manieren snel tegen praktische bezwaren aanlopen. Zo wordt veel onderzoek voor defensie geplaagd door een gebrek aan voldoende deelnemers. Het is niet eenvoudig om twee pelotons gedurende meerdere dagen beschikbaar te krijgen voor een veldonderzoek. In het huidige onderzoek was een experiment met een virtuele omgeving de enige optie, aangezien er niet genoeg fysieke SDA's beschikbaar waren, en het bovendien moeilijk was om deelnemers te krijgen. Met de virtuele omgeving konden de onderzoekers op de kazerne van de deelnemende eenheden het onderzoek uitvoeren. Met een half uur per deelnemer werd de dagelijkse gang van zaken nauwelijks gestoord.

5.2.1.3 *Beter controleerbaar dan veldonderzoek*

Een groot voordeel van virtuele omgevingen is dat ze aanzienlijk beter te controleren zijn dan veldonderzoek. In het huidige onderzoek was het scenario voor alle deelnemers exact hetzelfde, waardoor de resultaten tussen deelnemers goed te vergelijken waren. Daarnaast konden diverse variabelen automatisch geregistreerd worden, waardoor deelnemers naderhand op diverse maten vergeleken konden worden. Het is niet moeilijk om de 'Unreal' omgeving verder uit te breiden met andere maten.

5.2.1.4 *Een nieuwe methode van onderzoek*

Virtuele omgevingen zijn realistischer dan vragenlijsten, cases en vignetstudies. Ze zijn wel minder realistisch dan 'echt' veldonderzoek, maar bieden een goede tussenweg als men meer realisme wil dan de eerst genoemde groep methoden, maar wanneer echt veldonderzoek teveel kost of om andere redenen geen optie is. De onderzoekers verwachten dat virtuele omgevingen succesvol gebruikt kunnen worden om verkennend onderzoek uit voeren, bijvoorbeeld naar de invloed van nieuwe apparatuur (zoals de SDA). Daarnaast verwachten de onderzoekers dat virtuele omgevingen goed gebruikt kunnen worden om besluitvormingsprocessen en communicatie binnen teams te bestuderen. Het is namelijk niet moeilijk om diverse deelnemers in dezelfde virtuele omgeving onder te brengen en te laten interacteren.

5.2.2 *Nadelen*

5.2.2.1 *Vereist gespecialiseerde kennis*

Het ontwikkelen van een eigen virtuele omgeving vergt de nodige kennis. Niet alleen moet de onderzoeker kunnen programmeren, hij of zij moet ook in staat zijn om software te gebruiken om omgevingen in te richten en scenario's te schrijven. Met name het ontwikkelen van nieuwe modules die gekoppeld worden aan bijvoorbeeld de Unreal engine vereist kennis van Object Orientated Programming (OOP) en UnrealScript. Ondanks de goede boeken die beschikbaar zijn om ontwikkelaars te helpen en het grote aantal websites op internet dat zich hier mee bezighoudt, ondervonden de onderzoekers - die al de nodige ervaring hebben met softwareontwikkeling² - toch een zeer stijle leercurve bij het ontwikkelen van een eigen omgeving binnen de weken die beschikbaar waren. Ondanks de optimistische toon van dit rapport, moet niet te luchthartig gedacht worden over de ontwikkeling. Het verdient de aanbeveling om partijen in te huren die bij de ontwikkeling kunnen assisteren, in het bijzonder om te voorkomen dat men het spreekwoordelijke wiel bij elk onderzoek opnieuw uit moet vinden.

² Christiaan Verwijs en Robert de Bruin hebben beiden een ICT opleiding en werkervaring in het veld van software ontwerp en ontwikkeling.

5.2.2.2 *Spelervaring van deelnemers*

Deelnemers die ervaren zijn met computerspellen ervaren een lagere drempel om in dit type onderzoek deel te nemen dan deelnemers zonder spelervaring. Daarnaast zijn deelnemers met spelervaring meer geoefend in de bediening van hun personage en zijn zij meer bekend met manieren waarop informatie kan worden aangeboden, bijvoorbeeld via een virtuele HUD, radar of een gesimuleerde SDA. In veel computerspellen worden dergelijke methoden reeds gebruikt om informatie aan te bieden. Deelnemers die ervaren zijn met computer hebben daarom mogelijk een voordeel op deelnemers die dit niet hebben. In het huidige onderzoek is geen significant effect van spelervaring op de afhankelijke variabelen gevonden, maar het is mogelijk dat dit het gevolg is van de wijze waarop het covariaat is gemeten en niet van het ontbreken van een dergelijk effect. Het is van belang hier praktisch en statistisch voor te controleren.

5.2.2.3 *Gebrek aan vestibulaire input*

Een belangrijk verschil tussen het bewegen in de fysieke wereld en de virtuele wereld is het gebrek aan vestibulaire en proprioceptieve input. Een lopend persoon gebruikt deze informatie om zichzelf te balanceren en te oriënteren (Bent, Inglis, & McFadyen, 2004). Dergelijke informatie ontbreekt in de huidige virtuele wereld, omdat interactie plaatsvindt via de toetsenbord en muis van de computer en visuele informatie de enige feedback is die terugkomt van ingezette bewegingen. Verwacht zou kunnen worden dat het gebrek aan deze informatie van invloed is op de prestaties bij een navigatietask in een virtuele omgeving. Riecke, Van Veen en Bühlhoff (2002) hebben met experimenten in virtuele omgevingen echter vastgesteld dat visuele informatie voor elementaire navigatietaken voldoende is. Daarnaast is het afhankelijk van de onderzoeksvraag of mogelijk andere beperkingen door het gebrek aan vestibulaire en proprioceptieve input relevant zijn.

6 Conclusies en discussie

6.1 Conclusies

Militairen die uitgerust waren met een gesimuleerde SDA bleken in een virtuele omgeving sneller doellocaties te bereiken, ervoeren hun eigen navigatie door onbekend terrein als meer effectief en ervoeren een hoger Situational Awareness dan soldaten die enkel een digitale kaart tot hun beschikking hadden. Soldaten bleken tussen de condities echter niet te verschillen met betrekking tot de ervaren effectiviteit. De conclusie van het huidige onderzoek is dan ook dat het aanbieden van informatie over de posities van vijandelijke en vriendelijke eenheden via bijvoorbeeld een SDA een positief effect heeft op de navigatieve effectiviteit en dat het de situational awareness verhoogt. Diverse beperkingen aan de studie zijn onderkend, waarbij met name de mogelijke invloed van spelervaring als confound en enkele methodologische beperkingen belangrijk waren.

Deze studie heeft tevens dienst gedaan als een pilot voor het gebruik van virtuele omgevingen voor wetenschappelijk onderzoek. De bevindingen waren positief met inachtneming van enkele technische en praktische overwegingen. Deelnemers waren positief over de omgeving en vonden het realistisch genoeg voor verkennend onderzoek. Het verdient wel de aanbeveling om de omgeving realistischer te maken door de introductie van dreiging en meer dynamiek (burgers, verkeer, etcetera). Deze mening wordt door de onderzoekers gedeeld. Zoals dit onderzoek heeft gedemonstreerd kunnen virtuele omgevingen snel en kosteneffectief ingezet worden om in verkennend onderzoek op empirische basis vragen te toetsen alvorens een daadwerkelijk veldexperiment op te zetten.

6.2 Samenvatting van de resultaten

Het huidige onderzoek kende twee doelen. Het eerste doel sloot aan bij vragen die voort kwamen uit een eerdere studie naar de beslisbevoegdheden van uitgestegen eenheden (De Bruin, Van Bommel & Van Vliet, *in druk*) in het kader van het programma 'Soldaat Effectiviteit'. In die studie zijn de mogelijkheden bestudeerd om beslisbevoegdheden van lagere niveaus in de hiërarchie (soldaat, groep en peloton) te verhogen. Uit die studie bleek dat uitgestegen eenheden op groepsniveau tijdens missies alle relevante beslissingen mogen en moeten maken, maar dat eenheden met name behoefte hadden aan een rijkere, meer gedetailleerde en snellere informatievoorziening om die beslissingen mee te kunnen nemen. Recentelijke ontwikkelingen op dit gebied bestaan vooral uit nieuwe technologie, zoals de in ontwikkeling zijnde Communicatie- en Informatie module (CIM) (Thales, 2006).

In deze studie is dan ook gekeken naar de invloed van dergelijke systemen op de operationele effectiviteit van de uitgestegen soldaat. Deze vraag is beantwoord door individuele soldaten van het 45^e pantserinfanteriebataljon een gesimuleerd scenario uit te laten voeren in een virtuele spelomgeving. De helft van de deelnemers had daarbij de beschikking over een Soldier Digital Assistant (SDA) waarop informatie over de omgeving en de posities van vriendelijke en vijandelijke eenheden werd verstrekt. De andere helft van de deelnemers had enkel een digitale kaart van de omgeving (geen SDA) tot haar beschikking. Hierbij werd de operationele effectiviteit

geoperationaliseerd door vier maten van effectiviteit; de snelheid waarmee men doelposities wist te bereiken, de ervaren eigen effectiviteit, de ervaren effectiviteit van navigeren en het ervaren situational awareness. Verwacht werd dat deelnemers in de conditie met de SDA hoger zouden scoren op deze maten dan deelnemers in de conditie zonder SDA. Deze verwachtingen werden bevestigd voor de eerste, de derde en de vierde hypothese. Deelnemers met een SDA bereikten sneller de doelposities, ervoeren de eigen navigatie door onbekend terrein als meer effectief en ervoeren een hogere situational awareness dan deelnemers zonder een SDA. Alleen met betrekking tot de tweede hypothese bleek dat deelnemers de eigen effectiviteit niet significant hoger ervoeren dan deelnemers zonder SDA.

Het tweede doel van het huidige onderzoek was om als pilot te dienen voor het gebruik van virtuele omgevingen bij empirisch onderzoek. Met betrekking tot het gebruik van virtuele omgevingen zijn in dit onderzoek geen specifieke hypothesen getoetst. Wel zijn deelnemers geïnterviewd over het gebruik van deze omgevingen en is het gebruik van dergelijke omgevingen kwalitatief door de onderzoekers geëvalueerd. Ten eerste waren de deelnemers positief over het gebruik van virtuele omgevingen voor onderzoek. Naast dat zij het een leuke manier vonden om deel te nemen aan onderzoek, vonden zij de gebruikte omgeving realistisch genoeg om operationele omstandigheden na te bootsen. Deelnemers misten vooral dynamiek en potentiële dreiging, in de vorm van burgers, vriendelijke en vijandelijke eenheden en verkeer. Ook werd een simulatie van fysieke processen, zoals vermoeidheid, gemist. De omgeving werd overwegend geschikt gevonden voor onderzoek, met name voor onderzoeksvragen van een cognitieve aard, zoals situational awareness, coördinatievermogen, enzovoorts. Voor het beantwoorden van onderzoeksvragen over besluitvormingsprocessen en communicatie zijn de meningen meer verdeeld. De omgeving was hier nog niet realistisch genoeg voor. Vanuit de onderzoekers bekeken is het gebruik van de virtuele omgeving als zeer plezierig ervaren. De omgeving was binnen enkele weken gereed en heeft goed gefunctioneerd. Het meten van diverse variabelen tijdens de uitvoer van de scenario's bleek geen probleem, op een enkel technisch probleem na. Virtuele omgevingen bieden volgens de onderzoekers een goede manier om verkennend onderzoek uit te voeren of onderzoek uit te voeren in die situaties waarin een veldexperiment tegen praktische bezwaren aanloopt.

6.3 Beperkingen van de studie

De studie kende een aantal beperkingen die de resultaten van de studie mogelijk hebben beïnvloed en waar in toekomstig onderzoek rekening mee moet worden gehouden.

6.3.1 *Beperkingen van de methode*

De methode kende een aantal beperkingen. Ten eerste was het mogelijk dat ervaring met computerspellen mogelijk een confounder is geweest, ook al is getracht om daar voor te controleren door een covariaat op te nemen en alle deelnemers voorafgaand aan het hoofdscenario twee minuten te laten oefenen met de besturing. Het covariaat bleek geen significant effect te hebben op de afhankelijke variabelen en de spelervaring bleek niet significant te verschillen tussen de groepen. Toch viel het de proefleiders op dat deelnemers met spelervaring minder tactisch door de omgeving bewogen en minder beducht waren op vijanden dan onervaren deelnemers. Het is mogelijk dat het covariaat in deze studie niet goed geoperationaliseerd is door deelnemers te vragen hoe vaak ze de afgelopen maand computerspellen hebben gespeeld. Deelnemers vonden het moeilijk om hier een inschatting van te maken, en bovendien werden nu ook spellen meegeteld die qua genre en inhoud hele andere vaardigheden vereisten dan de vaardigheden die de

deelnemers in de virtuele omgeving nodig hadden. Het is verstandig om in toekomstig onderzoek een nauwkeuriger covariaat te formuleren, bijvoorbeeld door deelnemers ook te vragen naar een eigen evaluatie van hun spelervaring. Daarbij kan specifiek gekeken worden naar ervaring met spellen waarin men - net als in de gebruikte omgeving - beweegt met perspectief vanuit de eerste persoon³.

Een tweede beperking was dat deelnemers in beide condities op dezelfde manier werden geïnformeerd via de radio van verplaatsingen van het doelwit. Deelnemers met een SDA konden de nieuwe locatie ook op de SDA zien, terwijl deelnemers met een digitale kaart zich moesten oriënteren op basis van de radioboodschap. Deze boodschappen maakten gebruik van windrichtingen, bijvoorbeeld 'De betrokkene heeft zich verplaatst naar het gebouw ten noordoosten van het stadscentrum'. Deelnemers hadden in beide condities echter niet de beschikking over een kompas, maar moesten voor oriëntatie gebruik maken van een windroos die op de digitale kaart (ook bij de SDA) vermeld was. Dit is niet realistisch, aangezien soldaten altijd een kompas bij zich hebben. Het is daarom goed mogelijk dat deelnemers met alleen een digitale kaart daarom een extra nadeel ondervonden. Het simuleren van een kompas in de omgeving was technisch wel mogelijk, maar is door beperkingen in de tijd niet verwezenlijkt. Deelnemers gaven desalniettemin aan dat zij de kaart goed konden gebruiken om markante punten in de omgeving te vinden om daarmee de eigen positie te bepalen. Bij verder onderzoek kan de toevoeging van een kompas desalniettemin belangrijk zijn.

Een laatste beperking, tenslotte, is de manier waarop navigatiele effectiviteit gemeten is. In het onderzoek is na elke sessie gevraagd naar de effectiviteit waarmee men kon navigeren. Ondanks dat het zinvol is om te weten of deelnemers zichzelf meer effectief vonden op dit punt, kleeft hier een bezwaar aan. Militairen wordt immers geleerd om altijd effectief te zijn gegeven de mogelijkheden, en zij zullen zich niet snel ineffectief vinden. Er ontstaat dus snel een plafondeffect bij dergelijke vragen. Het is daarom belangrijk om ook objectief vast te stellen of deelnemers echt beter navigeerden. De snelheid waarmee men doelen bereikte is hier een indicatie van, maar navigatiele effectiviteit kan men ook uitdrukken in termen van het aantal maal dat men verkeerd loopt, de veiligheid van de route die men kiest, enzovoorts.

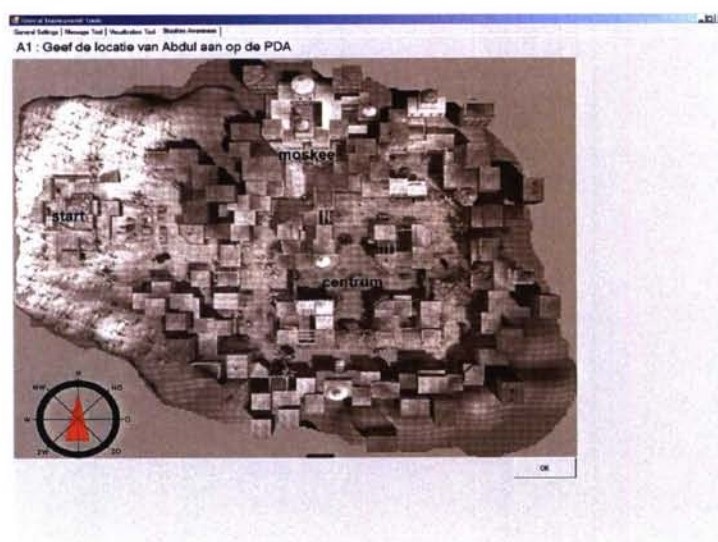
6.3.2 *Beperkingen van de gesimuleerde SDA*

De gesimuleerde SDA kende een aantal beperkingen. De eerste beperking was dat in de studie niet gebruik is gemaakt van de daadwerkelijke interface van de SDA. Omdat de studie gebruik maakte van eerder ontwikkelde software om de SDA te simuleren, moest men enkele concessies doen met betrekking tot de nabootsing van de SDA. Zo zijn de indicatoren voor de eigen positie en die van vijandelijke eenheden anders en worden kaarten van het gebied anders weergegeven. Het principe bleef echter gelijk; eenheden kregen meer en rijkere informatie over de eigen positie en die van de vijand en konden gebruik maken van een digitale kaart van de omgeving. Omdat de onderzoeksvraag betrekking had op de voordelen van dergelijke extra informatie voor de uitgestegen soldaat, en niet tot doel had de SDA zelf te toetsen, is dit geen grote beperking.

³ Dit genre wordt meestal 'first-person shooter' genoemd.

6.3.3 *Beperkingen van de omgeving en het scenario*

Een aantal beperkingen was van technische aard en had betrekking op de automatische registratie van variabelen als snelheid, reactietijd en accuratesse tijdens elke sessie door een programma dat intern bij TNO is ontwikkeld (UTTools, De Greef, Keeris & Te Brake, *in druk*). Ten eerste was de interface van het programma dat gedurende de sessie regelmatig vragen stelde niet intuïtief voor de deelnemers. De vraag was niet voldoende zichtbaar, waardoor een aantal deelnemers foutief dacht dat ze elke keer dezelfde vraag kregen. Ten tweede konden deelnemers door per ongeluk te dubbelklikken een vraag overslaan, waardoor in een aantal gevallen vragen gemist zijn. Tenslotte moesten de proefleiders handmatig de opdracht aan het programma geven om de deelnemer een vraag te stellen door op pauze te drukken op een tweede toetsenbord. Ook al merkten veel deelnemers dit niet, het zou in de toekomst handiger zijn om dit proces volledig te automatiseren. Met name omdat de vragen bij alle deelnemers dan op exact hetzelfde moment verschijnen. Nu is dat bij benadering het geval geweest. Bij verder gebruik van het programma is het zinvol om deze beperkingen aan te pakken.



Figuur 15 UTTools stelt de deelnemer een vraag.

Andere beperkingen hadden betrekking op de omgeving en het scenario. Deelnemers misten met name het gevoel van dreiging in de omgeving waarin het scenario zich afspeelde. Omdat de omgeving binnen een paar weken opgezet moest worden was besloten om de stad waarin het scenario zich afspeelde niet te vullen met burgers en vijandelijke eenheden. Alleen een serie stadsgeluiden (verkeer, pratende mensen en een gebed van een moskee) was ingevoegd om de indruk van een stad te wekken. De meeste deelnemers bewogen zich hierdoor in eerste instantie tactisch en besteedden aandacht aan de eigen beveiliging. Na enkele minuten merkten de meeste deelnemers dat van een dreiging geen sprake was, waardoor ze geen aandacht meer besteedden aan de eigen beveiliging en direct op het doel afliepen. Alhoewel dit demonstreert dat het in virtuele omgevingen mogelijk is om dreiging te simuleren - deelnemers ervoeren in de meeste gevallen initieel wel dreiging - was de dreiging in deze omgeving niet wezenlijk genoeg om deelnemers te laten bewegen zoals ze dat in operationele omstandigheden zouden doen. Dit effect was echter voor beide condities gelijk en had derhalve geen invloed op het relatieve verschil tussen de condities.

7 Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen kunnen worden gedaan op basis van het huidige onderzoek.

- Wij bevelen aan om Soldier Digital Assistent beschikbaar te stellen aan uitgestegen soldaten om hun navigatieve effectiviteit en situational awareness te verbeteren.
- In deze studie is alleen gekeken naar de invloed van een digitale kaart, de kijkrichting, het markeren van de eigen positie en de positie van de vijand. Andere informatie, zoals tactieken, snelheid en fysieke gesteldheid kan ook worden aangeboden. De overwegingen hierbij zullen nader onderzocht moeten worden.
- Het is zinvol om te onderzoeken in welke mate het aanbieden van een meer gedetailleerd informatiebeeld ook een positief effect heeft op processen op het niveau van de groep, zoals besluitvorming, communicatie en taakuitvoering.
- Het gebruik van een virtuele omgeving was succesvol. Verder onderzoek naar de toepassing van dergelijke omgevingen is daarom zinnig. Hierbij is het met name van belang te bestuderen bij welke onderzoeksvragen deze omgevingen zinvol zijn en welke factoren het realisme beïnvloeden en kunnen verbeteren. Deelnemers in deze studie gaven aan dat met name dreiging en dynamische elementen gemist werden in de ontwikkelde omgeving.
- Het verdient de aanbeveling om in een veldexperiment vast te stellen of de gevonden resultaten in de virtuele omgeving goed vertalen naar de operationele praktijk. Eventuele discrepanties tussen de resultaten van virtuele omgevingen en resultaten uit de praktijk kunnen als input dienen voor nieuwe versies van de virtuele omgevingen, waardoor de toegevoegde waarde van de omgeving blijft groeien.

8 Referenties

- Adams, B.D., Tack, D.W. & Thomson, M.H. (2005),
Field Evaluation Of Digital, Maps And Radio Communication In Dismounted Infantry Operations,
(Report CR-2005-030). Toronto: Defence Research and Development Canada (DRDC).
- Alberts, D.S. & Hayes, R.E. (2003),
Power to the Edge: Command and Control in the Information Age,
Washington NY: CCRP Publications.
- Bent, L.R., Inglis, J.T. & McFayden, B.J. (2004),
When is Vestibular Information Important During Walking?,
Journal of Neurophysiology, 92, pp1269-1275.
- Brake, G.M. te & Rypkema, J.A. (2003),
Overzicht van relevante thema's voor de toekomstige commandopost,
Soesterberg: TNO Defensie en Veiligheid.
- Bruin, R. de, Bommel, I.E. van & Vliet, T. van, (in druk),
Beslisbevoegdheden en verantwoordelijkheden van de uitgestegen soldaat,
Deel A: Empowerment,
(Project 013.15328). Soesterberg: TNO.
- Bruin, R. de, Verwijs, C., Paulissen, J.J.M. & Vliet, T. van (in druk),
Flexibel en geweldbeheersend optreden: beheersing van geweld door inzet van niet-letale wapens,
TNO-DV3 2006 B001.
- Bylund, M. & Espinoza, F. (2002),
Testing and demonstrating context-aware services with Quake III Arena,
Communications of the ACM, 45(1).
- Epic's Unreal Engine 2 (2004),
Laatst geraadpleegd 25 Oktober, 2006 van <http://www.unrealtechnology.com/>
- Fleuren, R. (2006),
Soldier Modernisation Programma,
Intercom, 1.
- Greef, T. de, Brake, G. te, Lindenberg, J., Rypkema, J. & Smets, N. (2006),
A Game-based Experimentation,
Proceedings of the 37th Annual Conference of the international simulation and gaming association.
- Bommel, I.E. van, Dongen, C.J.G. van, Kleij, R. van der, Kurstjens, S.,
Lee, M.D.E. van der, Rypkema, J.A., Weima, I. & Wiebes, M.C. (2006),
Reachback Commandopostconcept: Een experiment waarin de commandant en zijn staf op afstand werken,
TNO DV3 2006 B001.
- Jacobson, J. & Hwang, H. (2002),
Unreal Tournament for Immersive Interactive Theater,
Communications of the ACM, 45(1).

Kaminka, G.A., Veloso, M.M., Schaffer, S., Sollitto, C., Adobbati, R., Marshall, A.N., Scholer, A. & Tejada, S. (2002),
GameBots: A Flexible Test Bed for Multiagent Team Research,
Communications of the ACM, 45(1).

Koninklijke Landmacht (2005),
Militaire Doctrine. Den Haag: Defensiestaf.

Laird, J.E. (2002),
Research in Human-Level AI Using Computer Games,
Communications of the ACM, 45(1).

Lewis, M. & Jacobson, J. (2002),
Game Engines In Scientific Research,
Communications of the ACM, 45(1).

Olsthoorn, P.H.J. & Vogelaar, A.L.W. (2002),
Opdrachtgerichte commandovoering en transformationeel leiderschap,
Militaire Spectator, 12, 614-624.

Piekarski, W. & Thomas, B. (2002),
ARQuake: The Outdoor Augmented Reality Gaming System,
Communications of the ACM, 45(1).

Riecke, B.E., Veen, H.A.H.C. van, Bülthoff, H.H. (2002),
Visual Homing is Possible Without Landmarks: A Path Integration Study in Virtual Reality,
Presence, 11(5), pp.443-473.

Rypkema, J.A., Weitenberg, A.I.M., Krabbendam, A.J. & Stap, C.L.M. van (2005),
Informatiekoppeling en SA: Verkenning Situation Awareness,
(Rapport TNO-DV3 2005 B093), Soesterberg: TNO Defensie en Veiligheid.

Spaans, M. (2006),
First Impression Report CIM Trials,
(Rapport 015.34193), Den Haag: TNO Defensie en Veiligheid.

Tack, D.W. & Colbert, H.J. (2005),
Alternative Visualization Methods for High Density Urban Operations,
(Report CR-2005-013),
Toronto: Defence Research and Development Canada (DRDC).

Thales (2006),
CIM: Communication and Information Module,
(Publication 1005/11338). Huizen: Thales Land & Joint Systems.

Vliet, A.J. van, Bommel, I.E. van, Amelsfoort, D.J.C. van, Barbier, R.R., Voskuilen, M.J.M, Paulissen, J.J.M., Fiamingo, C. (2005),
Flexibel en geweldbeheersend optreden: configuraties,
(Rapport TNO-DV3 2005-B 159), Soesterberg: TNO Defensie en Veiligheid.

Visionstudios.com (2006),
Strike Force. Laatst geraadpleegd 20 December, 2006,
van <http://www.strikeforce2004.com/>

9 Ondertekening

Soesterberg, april 2007

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'H' followed by a series of loops and a long horizontal stroke.

dr. H.A.H.C. van Veen
Afdelingshoofd

TNO Defensie en Veiligheid

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized 'R' followed by a series of loops and a long horizontal stroke.

R. de Bruin
Auteur

A Scenario briefing

A.1 Situation

De situatie speelt zich af in de hoofdstad van Vergetië, Akh-Abar. Vergetië is een hete en droge regio in het midden-oosten en heeft net een zware burgeroorlog doorstaan. Nederland, als onderdeel van een internationale vredesmacht, heeft een bataljon gestuurd om de broze vrede te bewaken en te helpen de infrastructuur op te bouwen. Jij bent onderdeel van dit bataljon.

A.2 Ground

De gevaarlijke wapenhandelaar **Abdul al Jasr** is een paar uur geleden door verkenners signaleerd in een verlaten buitenwijk van Akh-Abar. De locatie waar Abdul het laatst is waargenomen is hieronder vermeld. Het kenteken van de auto waarin Abdul signaleerd is is **38026-BRN**. Het is voor de lokale veiligheid van groot belang dat **Abdul** zo snel mogelijk gearresteerd wordt.



A.3 Mission & Execution

U bent Alfa 1.

U dient **Abdul al Jasr** zo snel mogelijk te arresteren.

- U kunt gebruik maken van de digitale kaart op de andere laptop voor oriëntatie. Het start en exit-punt zijn op de kaart aangegeven.

A.4 Command & Signals

De pelotonscommandant (Zero Alfa) observeert het missiegebied vanuit een Blackhawk die zich tijdens de uitvoer van de missie boven het gebied bevindt. De pelotonscommandant kan via de radio belangrijke gebeurtenissen en veranderingen van de situatie melden.

Gedurende het scenario kunnen vragen op het scherm verschijnen. Volg de instructies.

A.5 Procedure van onderzoek

LEES DIT GOED!

Zet uw koptelefoon op als de briefing u duidelijk is.

Wacht tot de proefleiders aangeven dat u mag beginnen op de computer.

Zodra u mag beginnen *klikt u met de muis* om een oefenscenario te starten.

Het oefenscenario duurt 2 minuten. Het hoofdscenario komt daarna.

Het hoofdscenario start u wederom door *op de muis te klikken*.

Als u klaar bent met het scenario wacht u tot de proefleiders aangeven dat dit deel van het onderzoek voltooid is.

Na afloop krijgt u nog een korte vragenlijst om in te vullen.

B Vragenlijst

B.1 Inleiding

Als onderdeel van het onderzoek heeft u zojuist een gesimuleerde missie uitgevoerd. Om dit onderzoek af te ronden willen wij u nu vragen om deze korte vragenlijst in te vullen. Wij zijn geïnteresseerd in uw mening. Er zijn dus geen goede of foute antwoorden. Alleen als u de vragen oprecht invult kan met de resultaten van het onderzoek iets gedaan worden.

Eerst worden enkele algemene gegevens gevraagd, waarna een aantal vragen wordt gesteld over hoe u uw eigen effectiviteit ervaren heeft en wat u van de CIM vond.

Het invullen van de enquête duurt ongeveer vijf minuten. De gegevens worden strikt *anoniem* verwerkt.

Alvast bedankt.

Personalia		
1	Functie	<div><input type="checkbox"/> Geweergroepscommandant</div> <div><input type="checkbox"/> Opvolgend geweergroepscommandant</div> <div><input type="checkbox"/> AT schutter</div> <div><input type="checkbox"/> LOAW schutter</div> <div><input type="checkbox"/> MAG schutter / helper</div> <div>Anders, nl.: _____</div>
2	Rang	<div><div><input type="checkbox"/> Luitenant</div><div><input type="checkbox"/> Sergeant-majoor</div><div><input type="checkbox"/> Sergeant</div><div><input type="checkbox"/> Korporaal</div><div><input type="checkbox"/> Soldaat 1^{ste} klas</div><div><input type="checkbox"/> Soldaat 2^e klas</div><div><input type="checkbox"/> Soldaat</div></div> <div>Anders, nl.: _____</div>
3	Diensttijd	_____ jaar _____ maanden
4	Leeftijd	_____ jaar
5	Gaming	De afgelopen maand heb ik ongeveer _____ keer een computergame gespeeld.
6	Als ik games speel, speel ik vooral (meer antwoorden mogelijk)	<div><div><input type="checkbox"/> Actie</div><div><input type="checkbox"/> Adventures</div><div><input type="checkbox"/> First Person Shooters</div><div><input type="checkbox"/> God Games</div><div><input type="checkbox"/> Puzzels</div><div><input type="checkbox"/> Sport</div></div> <div><div><input type="checkbox"/> Simulaties</div><div><input type="checkbox"/> Real Time Strategie</div><div><input type="checkbox"/> Racing</div><div><input type="checkbox"/> Role Playing Games</div><div><input type="checkbox"/> Anders</div></div>

[illegible]

De laptop die u tijdens het onderzoek naast uw computer had staan is bij dit onderzoek gebruikt als een grote versie van de Communicatie en Informatie Module.
Vul onderstaande vragen in op basis van uw ervaringen met deze gesimuleerde CIM.

Mening over de Communicatie en Informatie Module (CIM)								
		Helemaal oneens	Oneens	Enigszins oneens	Geen mening	Enigszins mee eens	Mee eens	Helemaal mee eens
15	Ik vond de CIM handig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	De CIM hielp me om snel de weg te vinden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Zonder de CIM had ik het even goed gedaan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	De CIM gaf me een beter overzicht over de situatie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Bij echte missies zou een CIM handig zijn.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	De CIM had geen invloed op mijn effectiviteit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bedankt voor uw medewerking!

C Protocol

#	Deel	Herhaling	Duratie
0.	Voorbereiding	Eenmalig	
	0.1 Resultatenfolder UTTools leegmaken		
	0.2 UT Server starten (server – met oefenmap.bat)		
	0.3 Client starten (client.bat)		
	0.4 UTTools starten op andere laptop		
	0.4.1 Proefpersoonnummer invoeren		
1.	Welkom	Elke sessie	1 minuut
	1.1 Bedanken voor aanwezigheid		
	1.2 Doel van studie toelichten		
	1.3 Tijdsduur toelichten		
	1.4 Niet praten toelichten		
	1.5 Gebruik van twee laptops toelichten		
2.	Briefing & Procedure geven, los deelnemersformulier geven	Elke sessie	5 minuten
3.	Oefenscenario	Elke sessie	2 minuten
	3.1 Muisklik om te starten		
4.	Hoofdscenario	Elke sessie	10-15 minuten
	4.1 UTTools opnieuw koppelen aan UT bij loadscher m van hoofdscenario.		
	4.2 Muisklik om te starten		
	4.3 Deelnemer laten spelen		
	4.4 Op pause drukken <i>circa 15 seconden na</i> radiobericht		
	4.5 Afronding		
5.	Vragenlijst	Elke sessie	5 minuten
6.	Afsluiting, onderzoeksbrief & bedankje	Elke sessie	1 minuut
7.	Opruimen	Elke sessie	
	7.1 Client sluiten		
	7.2 UTTools sluiten		
	7.3 Logfile verplaatsen naar \data-map		
	Totaal		30 minuten

Belangrijke opmerkingen:

- Deelnemers **niet** helpen bij scenario's, tenzij besturing onduidelijk is.

Risico's:

- Deelnemer weet niet waarheen hij moet → richting influisteren.
- Deelnemer klikt niet op muis voor start → start aan laten.
- Deelnemer vangt Abdul niet → instructie herhalen.

ONGERUBRICEERD
REPORT DOCUMENTATION PAGE
(MOD-NL)

1. DEFENCE REPORT NO (MOD-NL) TD2007-0076	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO -	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO TNO-DV 2007 A142
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO 013.15238	5. CONTRACT NO -	6. REPORT DATE April 2007
7. NUMBER OF PAGES 44 (incl 3 appendices, excl RDP & distribution list)	8. NUMBER OF REFERENCES 25	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Authority and responsibility of the dismounted soldier, part B: Improving the Situational Awareness using the Soldier Digital Assistant in a simulated environment.		
11. AUTHOR(S) C. Verwijs, R. de Bruin, and A.J. van Vliet		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Defence, Security and Safety, P.O. Box 23, 3769 ZG Soesterberg, The Netherlands Kampweg 5, 3769 ZG Soesterberg, The Netherlands		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Mindef/DMO/Matlogco/Bureau Soldier Modernisation Programme (SMP) P.O. Box 3003, 3800 DA, Amersfoort, The Netherlands		
14. SUPPLEMENTARY NOTES The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified, Stg. Confidentieel is equivalent to Confidential and Stg. Geheim is equivalent to Secret.		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE)) Using a simulated environment the hypothesis was tested that dismounted units would be able to operate more effectively when they have rich and up-to-date information available. A virtual gaming environment and a simulated Soldier Digital Assistant (SDA) were developed to this end. The results show that soldiers using the simulated SDA could navigate faster through unknown terrain, experience more efficiency and have a higher situational awareness then soldiers without the SDA. The lessons learned on using virtual game environments for research are discussed.		
16. DESCRIPTORS Situational awareness, Virtual environment, Simulated environment, Soldier digital assistant		IDENTIFIERS Experiment, Game, Unreal, Digital map, Navigation effectiveness
17a.SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) Ongerubriceerd	17b.SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) Ongerubriceerd	17c.SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) Ongerubriceerd
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT Unlimited Distribution		17d.SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) Ongerubriceerd

ONGERUBRICEERD

Distributielijst

Onderstaande instanties/personen ontvangen een volledig exemplaar van het rapport.

- | | |
|-------|--|
| 1 | DMO/SC-DR&D
standaard inclusief digitale versie bijgeleverd op cd-rom |
| 2/3 | DMO/DR&D/Kennistransfer |
| 4 | Programmabegeleider Defensie
Defensie Research & Development (DR&D), MatLogCo/bureau SMP
Lkol H.J. Wendrich |
| 5 | Defensie R&D
ir. P.J. Keuning |
| 6 | Projectbegeleider Defensie
maj J.J. Admiraal |
| 7/9 | Bibliotheek KMA |
| 10 | Programmaleider TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg,
dr. W.A. Lotens |
| 11/12 | TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg,
Informatie- en Documentatiedienst |
| 13 | Archief TNO Defensie en Veiligheid in bruikleen aan C. Verwijs,
afdeling Human in Command (auteur) |
| 14/16 | Archief TNO Defensie en Veiligheid in bruikleen aan R. de Bruin,
afdeling Human in Command (auteur) |
| 17 | Archief TNO Defensie en Veiligheid in bruikleen aan dr. A.J. van Vliet,
projectleider, afdeling Human in Command (auteur) |
| 18 | Lkol C.A. de Rijke, KL/CLAS/43MECHBRIG/45PAINFBAT/
STSTCIE/BATST/BCGP |
| 19 | TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg, Reserve |

Onderstaande instanties/personen ontvangen het managementuittreksel en de distributielijst van het rapport.

4 ex.	DMO/SC-DR&D
1 ex.	DMO/ressort Zeesystemen
1 ex.	DMO/ressort Landsystemen
1 ex.	DMO/ressort Luchtsystemen
2 ex.	BS/DS/DOBBP/SCOB
1 ex.	MIVD/AAR/BMT
1 ex.	Staf CZSK
1 ex.	Staf CLAS
1 ex.	Staf CLSK
1 ex.	Staf KMar
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Algemeen Directeur, ir. P.A.O.G. Korting
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Operaties, ir. C. Eberwijn
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Kennis, prof. dr. P. Werkhoven
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Markt, G.D. Klein Baltink
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag, Manager Waarnemingssystemen (operaties), dr. M.W. Leeuw
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag, Manager Informatie en Operaties (operaties), ir. P. Schulein
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk, Manager Bescherming, Munitie en Wapens (operaties), ir. P.J.M. Elands
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk, Manager BC Bescherming (operaties), ir. R.J.A. Kersten
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg, Manager Human Factors (operaties), drs. H.J. Vink